ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 DÉCEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des quanta.* Note de M. **H. Poincaré**.

On sait que M. Planck a été conduit par l'étude de la loi du rayonnement des corps noirs à énoncer une hypothèse connue sous le nom de *théorie des quanta*. D'après cette théorie, les éléments auxquels serait dû le rayonnement des solides incandescents et qui seraient assimilables à des résonateurs hertziens, ne pourraient acquérir ou perdre de l'énergie que par sauts brusques, de telle façon que l'énergie d'un pareil résonateur serait toujours multiple d'une quantité fixe caractérisant la longueur d'onde de ce résonateur et appelée *quantum;* cette énergie serait donc toujours égale à un nombre entier de quanta.

Il est inutile de faire remarquer combien cette conception s'éloigne des idées habituellement reçues puisque les lois physiques ne seraient plus susceptibles d'être exprimées par des équations différentielles. Il est naturel qu'on cherche à échapper à cette conséquence, sans parler d'une foule de difficultés de détail, et qu'on se demande s'il n'y aurait pas moyen d'expliquer autrement les faits. J'ai donc cherché, si l'on ne pouvait pas rendre compte de la loi de Planck par d'autres hypothèses et je suis arrivé à un résultat négatif.

Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ les paramètres qui définissent l'état d'un système et

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i \tag{1}$$

les équations différentielles qui régissent ce système; les X sont des fonctions des x; d'après la seconde loi de la Thermodynamique, ce système doit tendre vers un état final de telle façon qu'il existe une fonction W telle que $W\,d\tau$ représente la probabilité pour que le point $x_1, x_2, \ldots, x_n$ soit dans l'élément de volume $d\tau$ de l'espace à n dimensions. Cette fonction doit satisfaire à l'équation

$$\sum \frac{\partial(WX_i)}{\partial x_i} = 0, \tag{2}$$

ce qui veut dire que W est un dernier multiplicateur des équations (1).

Toutes les équations différentielles qui ne possèdent pas de dernier multiplicateur uniforme se trouvent par là exclues. Dans le cas des équations de Hamilton et si les paramètres x sont les variables hamiltoniennes, W est égal à 1. On sait que cette hypothèse est incompatible avec la loi de Planck.

Imaginons un système de résonateurs à courte longueur d'onde; il pourra y avoir échange d'énergie entre ces résonateurs par l'intermédiaire d'atomes, qui, décrivant des trajectoires très étendues, pourront aller de l'un à l'autre et leur transmettre de l'énergie par choc. Ces atomes eux-mêmes, pour plus de simplicité dans l'exposition, pourront être regardés comme des résonateurs à longue période. Soit un résonateur à longue période, x_1 son élongation, y_1 sa quantité de mouvement, ξ son énergie, φ la phase de son mouvement; soit en outre un résonateur à courte période, x_2 son élongation, y_2 sa quantité de mouvement, η son énergie, ψ sa phase; les équations du mouvement pourront s'écrire

$$y_i = m_i \frac{dx_i}{dt}, \qquad \frac{dy_1}{dt} = -h_1 x_1 + Z_1, \qquad \frac{dy_2}{dt} = -h_2 x_2 + Z_2;$$

les Z étant les termes dus à l'action du choc et qui sont nuls sauf au moment du choc.

La probabilité pourra être représentée par $W\,dx_1\,dx_2\,dy_1\,dy_2$, ou ce qui revient au même $W\,d\xi\,d\eta\,d\varphi\,d\psi$, si l'on prend comme variables nouvelles les énergies et les phases. Comme W doit rester un dernier multiplicateur même en dehors des chocs (et par conséquent pour les équations dépourvues des termes Z), W ne dépendra que de ξ et de η, et comme les dérogations aux lois de la Mécanique doivent être cherchées dans le résonateur à courte période seul, nous supposerons que W est fonction de η seulement.

Cela posé, imaginons un système formé de n résonateurs à courte période tous pareils, d'énergie $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$ et de p résonateurs à longue

période (atomes) tous pareils et d'énergie $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_p$; on aura, en vertu de de la conservation de l'énergie,

$$\sum \xi + \sum \eta = h,$$

h étant une constante donnée. Je désigne par Y la valeur moyenne des η et par X celle des ξ ; nous aurons

$$\mathrm{M}\, dh = \int \Pi\, d\sigma\, d\tau, \qquad \mathrm{MX}\, dh = \int \Pi \xi_1\, d\sigma\, d\tau, \qquad \mathrm{MY}\, dh = \int \Pi \eta_1\, d\sigma\, d\tau,$$

$$\Pi = \mathrm{W}(\eta_1)\,\mathrm{W}(\eta_2)\ldots\mathrm{W}(\eta_n), \qquad d\sigma = d\eta_1\, d\eta_2 \ldots d\eta_n, \qquad d\tau = d\xi_1\, d\xi_2 \ldots d\xi_p,$$

où les intégrations sont étendues au domaine défini par les inégalités

$$\xi_i > 0, \qquad \eta_i > 0, \qquad h < \sum \xi + \sum \eta < h + dh.$$

Sauf dans des cas très exceptionnels, le rapport de Y à X dépendra des entiers n et p ; mais nous devons considérer le cas où ces entiers sont très grands ; même alors, il n'est nullement évident *a priori* que ce rapport est indépendant du quotient $\frac{n}{p}$; tant que cette indépendance n'est pas démontrée, il pourrait rester des doutes sur le raisonnement de M. Planck, car si elle n'existait pas, il n'y aurait pas d'état final possible et l'on pourrait se demander si les équations de Boltzmann et les principes de la Thermodynamique sont encore applicables.

Nous pouvons écrire

$$(p-1)!\,\mathrm{M} = \int_0^h \varphi(x)\,(h-x)^{p-1}\, dx,$$

$\varphi(x)dx$ étant défini par

$$\varphi(x)\, dx = \int \Pi\, d\sigma \qquad (\eta_i > 0,\ x < \Sigma\eta < x + dx).$$

Supposons que $\varphi(x)$ soit sensiblement égal pour n très grand à

$$\mathrm{N}\,\theta\left(\frac{x}{n}\right)\mathrm{F}^n\left(\frac{x}{n}\right),$$

N étant un coefficient constant ne dépendant que de n ; les seuls éléments de nos intégrales qui soient sensibles sont ceux qui sont voisins de la valeur de x qui rend maximum le produit

$$\mathrm{F}^n\left(\frac{x}{n}\right)\left(\frac{h}{n} - \frac{x}{n}\right)^p.$$

On en déduit sans peine

$$X = \frac{F(Y)}{F'(Y)},$$

ce qui montre que la relation entre X et Y est indépendante du quotient $\frac{n}{p}$.

Si $W = \eta^m$, on a

$$F(Y) = Y^{m+1}, \qquad X = \frac{Y}{m+1}.$$

Si $W = e^{\alpha\eta}$, on a

$$F(Y) = Y e^{\alpha Y}, \qquad X = \frac{Y}{\alpha Y + 1}.$$

Enfin, dans l'hypothèse de Planck, on a $W = 0$, sauf si η est multiple de ε, valeurs pour lesquelles W devient infini et de telle façon que l'intégrale $\int W\, d\eta$ (étendue à un petit intervalle comprenant une des valeurs exceptionnelles) soit égale à 1. On trouve alors

$$\int \varphi(x)\, dx = \frac{(\beta + n - 1)!}{\beta!\,(n-1)!},$$

si l'intégrale du premier membre est étendue à un très petit intervalle contenant une valeur de x qui soit multiple de ε et égale à $\beta\varepsilon$, tandis que cette même intégrale est nulle dans le cas contraire. On en déduit

$$F(Y) = \left(1 + \frac{\varepsilon}{Y}\right)^{\frac{Y}{\varepsilon}} \left(1 + \frac{Y}{\varepsilon}\right);$$

d'où

$$\frac{\varepsilon}{X} = L\left(1 + \frac{\varepsilon}{Y}\right), \qquad Y = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{X}} - 1}.$$

C'est bien la formule de Planck.

Pour une théorie plus générale, il faut employer un détour. Posons

$$(3) \qquad \Phi(\alpha) = \int_0^\infty W e^{-\alpha\eta}\, d\eta,$$

il viendra

$$\Phi^n(\alpha) = \int_0^\infty \varphi(x)\, e^{-\alpha x}\, dx,$$

ou, en vertu de la formule de Fourier,

$$\varphi(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-i\infty}^{+i\infty} \Phi^n(\alpha) e^{\alpha x}\, d\alpha,$$

l'intégrale étant prise soit le long d'une ligne droite, soit le long d'une courbe telle que la partie réelle de α reste positive.

D'où

$$M = \frac{1}{2\pi}\int\int \Phi^n(\alpha)\, e^{\alpha x}(h - x)^p\, dx\, d\alpha;$$

ou, en posant $x = n\lambda$, $p = Kn$, $h = n\beta$:

$$M = K\int\int \Phi^n(\alpha)\, e^{n\alpha\lambda}(\beta - \lambda)^{kn}\, d\lambda\, d\alpha,$$

K étant un facteur constant. Les seuls éléments de l'intégrale que nous devions conserver sont ceux qui correspondent au maximum du produit

$$\Phi(\alpha)\, e^{\alpha\lambda}(\beta - \lambda)^k.$$

Il en résulte que les valeurs de X et de Y seront précisément les valeurs de $\frac{\beta - \lambda}{K}$ et de λ qui correspondent à ce maximum. Cela donne

$$Y = -\frac{\Phi'(\alpha)}{\Phi(\alpha)}, \qquad X = \frac{1}{\alpha}.$$

Dans l'hypothèse de M. Planck, on a

$$\Phi = \frac{1}{1 - e^{-\alpha\varepsilon}}, \qquad Y = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{X}} - 1}.$$

Pour $W = \eta^m$, on a

$$\Phi = \frac{k}{\alpha^{m+1}}, \qquad Y = (m+1)X.$$

Pour $W = e^{\gamma\eta}$, on a

$$\Phi = \frac{1}{\alpha - \gamma}, \qquad Y = \frac{X}{1 - \gamma X}.$$

Nous pouvons maintenant répondre à la question que nous nous étions posée au début. Lorsque la loi qui lie Y à X est déterminée, il en est de même de la fonction Φ (à un facteur constant près) et par conséquent de W. L'hypothèse des quanta est donc *la seule* qui conduise à la loi de Planck. Il serait aisé de se rendre compte que les hypothèses particulières que nous avons dû faire pour fixer les idées et simplifier l'exposé ne sont pour rien dans ce résultat.

Mais une loi expérimentale n'est jamais qu'approximative, et il est clair qu'on pourrait imaginer des lois dont les différences avec celle de Planck seraient plus petites que les erreurs d'observation et qui conduiraient à une fonction W continue. Observons toutefois que si $\Phi(\alpha)$ reste fini pour α

infini, *et c'est ce qui arrivera toutes les fois que la loi du rayonnement sera telle que le rayonnement total soit fini*, l'intégrale $\int_0^{\eta_0} W d\eta$ restera finie quand η_0 tendra vers o, c'est-à-dire que la fonction W présentera pour $\eta = 0$ le même genre de discontinuité que dans la formule de Planck, ce qui exclut la possibilité de représenter les phénomènes par des équations différentielles.

Notre dernière remarque se rapportera à la seconde théorie de M. Planck; cette seconde théorie conduit à la loi

$$Y = \frac{\varepsilon}{2} \frac{e^{\frac{\varepsilon}{X}} + 1}{e^{\frac{\varepsilon}{X}} - 1}.$$

Les règles précédentes, appliquées à cette loi, montrent que W est nul, sauf quand η est un multiple impair de $\frac{\varepsilon}{2}$, auquel cas W est infinie. Ce n'est pas là l'hypothèse d'où était parti M. Planck. Cette seconde théorie est donc moins bien confirmée que la première par l'analyse qui précède.

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibrage des moteurs.* Note de M. L. Lecornu.

La vive allure imposée depuis quelques années à certaines catégories de moteurs nécessite un équilibrage très soigné, faute duquel les trépidations prendraient une importance désastreuse. Le problème n'est pas toujours aisé à résoudre, et l'on conçoit, par exemple, qu'un moteur d'aviation pourvu de cylindres en éventail soit plus difficile à équilibrer qu'un moteur à cylindres parallèles. Je désire montrer que le résultat peut théoriquement être obtenu par la simple adjonction de deux ou trois masses auxiliaires, assimilées à des points matériels.

Équilibrer un moteur, ou, d'une façon générale, un système en mouvement, c'est faire en sorte que les appuis éprouvent des pressions constantes. Dans les moteurs à explosion, que j'ai spécialement en vue, les forces extérieures sont : la pesanteur ; un couple résistant que nous regarderons comme constant ; enfin, les réactions des appuis. Si ces dernières sont constantes, la résultante de translation des forces antérieures ne varie pas, et il en est de même, par suite, de la vitesse du centre de gravité. On peut ajouter que, si, comme nous le supposerons, les appuis sont immobiles, cette vitesse est

nulle, sans quoi le moteur ne saurait demeurer indéfiniment en contact avec eux. La première condition de l'équilibrage est donc que le centre de gravité ne bouge pas.

Considérons maintenant le vecteur représentant le moment cinétique par rapport au centre de gravité. Les forces extérieures ne changeant ni de grandeur, ni de position, la vitesse de l'extrémité de ce vecteur ne peut non plus varier : en réalité elle est nulle, car autrement les vitesses de certains points du système croîtraient indéfiniment.

Observons encore que tous les points du moteur sont animés de mouvements périodiques, de même période.

Ceci posé, soient x, y, z les coordonnées d'un élément quelconque du système par rapport à trois axes issus du centre de gravité et soit m sa masse. Supposons que, pour réaliser l'équilibrage, il suffise d'adjoindre deux masses m_1 et m_2, dont les mouvements devront être également périodiques. Les coordonnées x_1, y_1, z_1 et x_2, y_2, z_2 de ces masses doivent vérifier les deux équations

$$(1) \qquad \sum mx + m_1 x_1 + m_2 x_2 = 0,$$

$$(2) \qquad \sum m(yz' - y'z) + m_1(y_1 z'_1 - y'_1 z_1) + m_2(y_2 z'_2 - y'_2 z_2) = 0,$$

et les quatre équations déduites de celles-là par permutation des x, y, z. On forme ainsi six équations entre les six fonctions inconnues x_1, y_1, z_1 ; x_2, y_2, z_2. Ceci montre d'abord que l'on ne peut généralement annuler l'une des deux masses auxiliaires, c'est-à-dire se contenter d'une seule masse.

En désignant par ξ, η, ζ les coordonnées du centre de gravité des masses m_1, m_2, on peut poser

$$x_1 = \xi + \frac{m_2}{m_1 + m_2}\alpha, \qquad x_2 = \xi - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\alpha,$$

$$y_1 = \eta + \frac{m_2}{m_1 + m_2}\beta, \qquad y_2 = \eta - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\beta,$$

$$z_1 = \zeta + \frac{m_2}{m_1 + m_2}\gamma, \qquad z_2 = \zeta - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\gamma.$$

Portant ces valeurs dans le groupe (1), on voit disparaître α, β, γ et l'on en déduit les valeurs de ξ, η, ζ qui sont

$$\xi = -\frac{\Sigma mx}{m_1 + m_2}, \qquad \eta = -\frac{\Sigma my}{m_1 + m_2}, \qquad \zeta = -\frac{\Sigma mz}{m_1 + m_2}.$$

Substituant ensuite dans le groupe (2), on obtient les trois équations

$$(3) \qquad \beta\gamma' - \beta'\gamma = p, \qquad \gamma\alpha' - \gamma'\alpha = q, \qquad \alpha\beta' - \alpha'\beta = r,$$

dans lesquelles p, q, r sont des fonctions connues du temps et des constantes arbitraires m_1, m_2.

On tire de là

$$p\alpha + q\beta + r\gamma = 0,$$
$$p'\alpha + q'\beta + r'\gamma = 0,$$

ce qui donne, en appelant ρ un facteur provisoirement quelconque,

$$\alpha = \rho(qr' - q'r), \qquad \beta = \rho(rp' - r'p), \qquad \gamma = \rho(pq' - p'q).$$

Substituant dans les équations (3), on trouve que ρ est égal à l'inverse de la racine carrée du déterminant

$$D = \begin{vmatrix} p & q & r \\ p' & q' & r' \\ p'' & q'' & r'' \end{vmatrix}.$$

La condition de possibilité est donc que D soit positif. Si cela a lieu, les coordonnées des deux masses auxiliaires s'obtiennent sans intégration et sont, comme celles des points du système donné, des fonctions finies et périodiques du temps. Toutes les conditions du problème sont ainsi remplies.

Lorsque D est négatif, l'équilibrage ne peut être obtenu au moyen de deux masses seulement.

Si D est nul, il existe une relation linéaire et homogène, à coefficients constants, entre les quantités p, q, r, et par conséquent le vecteur qui part de l'origine et admet p, q, r comme projections sur les axes décrit un plan fixe. En dirigeant l'axe des z perpendiculairement à ce plan, on a $r = 0$, d'où, en appelant k une constante, $\beta = k\alpha$. Les deux premières équations (3) apparaissent dès lors comme incompatibles, exception faite du cas particulier où le vecteur a une direction fixe.

Il peut arriver que, dans la durée de la période, D soit alternativement positif et négatif : dans ce cas encore l'équilibrage par deux masses est impossible.

Supposons maintenant qu'on ait recours à l'emploi de trois masses m_1, m_2, m_3. La forme des équations (1), (2) est conservée, mais avec trois variables de plus : x_3, y_3, z_3. Nous admettrons, pour simplifier, que les trois masses ont même valeur, que nous ferons égale à l'unité. Remarquons en outre que, dans le cas des moteurs, tous les points du système se meuvent parallèlement à un plan fixe. En prenant ce plan fixe pour plan

des xy, tous les z sont des constantes, et il est alors tout indiqué d'attribuer également des valeurs constantes à z_1, z_2, z_3.

En nous plaçant dans ces conditions, il ne subsiste que six fonctions inconnues, x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, assujetties à vérifier les cinq conditions :

$$(4)\quad \left\{ \begin{aligned} &\sum m x + x_1 + x_2 + x_3 = 0, \\ &\sum m y + y_1 + y_2 + y_3 = 0, \\ &\sum m y' z + y'_1 z_1 + y'_2 z_2 + y'_3 z_3 = 0, \\ &\sum m x' z + x_1 z_1 + x_2 z_2 + x_3 z_3 = 0, \\ &\sum m(xy' - x'y) + x_1 y'_1 - x'_1 y_1 + x_2 y'_2 + x'_2 y_2 + x_3 y'_3 - x'_3 y_3 = 0. \end{aligned} \right.$$

Nous tirons de là les deux relations

$$x_1 z_1 + x_2 z_2 + x_3 z_3 = -\sum m x z,$$

$$y_1 z_1 + y_2 z_2 + y_3 z_3 = -\sum m y z.$$

En y joignant les deux premières équations du groupe (4), nous pouvons calculer x_2, x_3, y_2, y_3 en fonction de x_1, y_1, ce qui suppose simplement qu'on a choisi z_3 différent de z_2. Si nous portons ensuite les valeurs ainsi trouvées dans la dernière équation (4), elle se présente sous la forme

$$x_1 y'_1 - x'_1 y_1 + x_1 \mu' - x'_1 \mu - y_1 \lambda' + y'_1 \lambda = \nu,$$

où λ, μ, ν désignent des fonctions connues, toujours finies et périodiques. Cette dernière équation peut s'écrire

$$(5)\quad (x_1 + \lambda)(y'_1 + \mu') - (x'_1 + \lambda')(y_1 + \mu) = \nu + \lambda\mu' - \lambda'\mu.$$

Soit θ la fonction primitive de $\nu + \lambda\mu' - \lambda'\mu$ et soit k une constante arbitraire positive. L'équation (5) est identiquement vérifiée par les valeurs

$$x_1 = -\lambda + \frac{1}{\sqrt{k}} \cos k\theta, \qquad y_1 = -\mu + \frac{1}{\sqrt{k}} \sin k\theta.$$

La fonction θ' est périodique. Au bout de la période, θ se reproduit avec addition d'une certaine constante h. Choisissons k de façon que kh soit égal à $\pm 2\pi$ (si h est nul, k demeure arbitraire). Alors x_1 et y_1, et par conséquent les coordonnées x_2, y_2, x_3, y_3 des deux autres masses auxiliaires sont

des fonctions périodiques du temps, ayant la même période que le moteur. Le problème se trouve ainsi résolu.

Pour donner le mouvement voulu à chacune des masses auxiliaires, on peut procéder de la manière suivante : attachons à cette masse M une tige invariable MA; articulons en A une seconde tige invariable aboutissant à un point B du moteur; puis obligeons le point A à demeurer sur un plan fixe P. Les positions de B et M étant connues en fonction du temps, il en est de même par suite de celle de A, et ce point décrit dans le plan P une courbe déterminée. D'après cela, si l'on matérialise cette courbe ainsi que la trajectoire suivie par le point M, celui-ci occupe nécessairement à chaque instant la position calculée. Il va sans dire que, dans les applications, on pourra souvent trouver des moyens de réalisation plus simples.

PARASITOLOGIE. — *Au sujet de* Trypanosoma rhodesiense (*Stephens et Fantham*). Note de M. A. Laveran.

Il paraissait démontré que la maladie du sommeil était toujours produite par le *Trypanosoma gambiense* et propagée par les *Glossina palpalis*, lorsque, en 1910, plusieurs observateurs émirent l'opinion que des cas de trypanosomiase humaine observés dans des localités de la Rhodesia nord-est, où il n'existait pas de *Glossina palpalis*, mais seulement des *Gl. morsitans* et de rares *Gl. fusca*, relevaient d'un trypanosome autre que *Tr. gambiense;* Stephens et Fantham décrivirent le nouveau parasite sous le nom de *Tr. rhodesiense* (¹).

Depuis la publication du travail de Stephens et Fantham, le trypanosome de Rhodesia a été étudié par un certain nombre d'observateurs qui ont émis des opinions très différentes sur sa nature (²).

Je me propose d'examiner, dans cette Note, si le trypanosome de Rhodesia doit être identifié ou non au *Tr. gambiense* (³).

(¹) J.-W.-W Stephens et H.-B. Fantham, *Proceed. of the R. Soc.*, novembre 1910.

(²) W. Yorke, *Annals of trop. med. a. parasitol.*, décembre 1910. — H.-B. Fantham, *Proceed. of the R. Soc.*, 1911, B, t. LXXXIII, p. 212. — L.-E.-W. Bevan, *Journ. of trop. med. a. hyg.*, 16 janvier 1911. — H.-S. Stannus et W. Yorke, *Proceed. of the R. Soc.*, 1911, B, t. LXXXIV, p. 156. — F. Mesnil et J. Ringenbach, *Soc. de Biologie*, 29 juillet 1911.

(³) Grâce à l'obligeance du Dr Stephens, de l'École de Liverpool, j'ai pu étudier le trypanosome de Rhodesia ; je l'ai comparé au *Tr. gambiense* de l'Ouganda que je possède depuis longtemps.

Le trypanosome de Rhodesia a, au point de vue morphologique, la plus grande ressemblance avec *Tr. gambiense*. Le parasite se présente, comme ce dernier, sous deux aspects : forme mince, allongée, avec flagelle libre, forme trapue sans flagelle libre ; mais, comme Stephens et Fantham l'ont signalé, chez un certain nombre des formes trapues du *Tr. rhodesiense*, le noyau, au lieu de se trouver vers la partie moyenne du corps du parasite, est situé à la partie postérieure, au voisinage, voire même en arrière du centrosome. J'ai pu vérifier l'existence de ces formes à noyau postérieur chez des animaux (rats, souris) arrivés à une période avancée de la maladie et ayant des trypanosomes très nombreux.

Cette particularité morphologique est intéressante, malheureusement elle n'est pas constante ; dans bon nombre de cas, les préparations de sang des animaux infectés avec le *Tr. rhodesiense* ne diffèrent en rien de celles des animaux infectés avec le *Tr. gambiense ;* les dimensions des trypanosomes sont les mêmes.

Le trypanosome de Rhodesia est plus virulent que *Tr. gambiense* pour la plupart des espèces animales. Chez les souris et chez les rats, les infections produites par *Tr. gambiense* sont souvent légères, ou d'assez longue durée, alors que les infections dues au *Tr. rhodesiense* sont toujours de courte durée et mortelles ; la durée moyenne de l'infection est, chez la souris, de 7 jours ; chez le rat, de 12 jours.

Chez les chèvres et chez les moutons, les infections produites par le trypanosome de Rhodesia sont beaucoup plus graves que celles qui ont pour agent le *Tr. gambiense*, et elles se manifestent par des symptômes plus variés et plus apparents [1] ; la fièvre est plus forte et plus continue ; on observe de l'œdème au point d'inoculation du virus et souvent une tuméfaction œdémateuse de toute la tête ; la kératite n'est pas rare ; enfin la maladie se termine souvent par la mort. Les tableaux cliniques des infections produites par les deux trypanosomes chez les chèvres et chez les moutons sont donc bien différents [1].

Tr. rhodesiense est aussi plus virulent pour les macaques que *Tr. gambiense ;* un *M. cynomolgus* inoculé par moi est mort en 11 jours ; la durée de l'infection produite par *Tr. gambiense* est de 30 jours en moyenne.

Les expériences de séro-diagnostic ne sont pas favorables à l'identification de *Tr. gambiense* et de *Tr. rhodesiense*.

Mesnil et Ringenbach ont constaté qu'un sérum attachant et trypanoly-

---

[1] A. Laveran, F. Mesnil, *Soc. de Path. exotique*, 8 novembre 1911.

tique pour *Tr. gambiense* n'était ni attachant ni trypanolytique pour le trypanosome de Rhodesia.

Nous avons constaté, M. Nattan Larrier et moi, que le sérum d'un bouc ayant acquis l'immunité pour *Tr. gambiense* était attachant pour *Tr. gambiense* (sérum pur ou dilué à 1 pour 50), non attachant pour *Tr. rhodesiense;* il est vrai de dire que la réaction avec *Tr. gambiense* n'était pas typique, bon nombre de trypanosomes restant libres.

Le sérum d'une chèvre fortement infectée de *Tr. rhodesiense* n'a pas donné d'attachements avec *Tr. gambiense;* la réaction n'a pas pu être faite avec *Tr. rhodesiense*, parce que les trypanosomes s'agglutinaient fortement, non seulement dans le sérum, mais aussi dans l'eau physiologique citratée.

Mesnil et Ringenbach ont constaté que le sérum humain était actif sur *Tr. rhodesiense* ([1]). J'ai signalé que le sérum humain, actif sur les virus des trypanosomiases animales, était inactif sur *Tr. gambiense* ([2]); le fait que le sérum humain est actif sur *Tr. rhodesiense* tend donc à démontrer que ce trypanosome ne doit pas être identifié à *Tr. gambiense*.

Les expériences d'immunité croisée plaident dans le même sens.

Un *Macacus rhesus* ayant acquis l'immunité pour *Tr. gambiense*, inoculé par Mesnil et Brimont avec le *Tr. rhodesiense*, s'est infecté; il a contracté à la vérité une infection à évolution plus lente qu'un témoin.

Un bouc et une souris ayant acquis une immunité solide pour le *Tr. gambiense*, inoculés par moi avec le *Tr. rhodesiense*, se sont infectés comme les témoins. Je résume les observations de ces animaux.

Un jeune bouc, qui est guéri d'une infection par le *Tr. soudanense* et qui a acquis l'immunité pour ce trypanosome, est inoculé avec le *Tr. gambiense* de l'Ouganda le 28 septembre 1909.

Du 2 octobre au 2 novembre, on note plusieurs petites poussées fébriles, la température ne dépasse pas 39°,6 (température normale 38°,5); à partir du 2 novembre, les poussées fébriles disparaissent. On n'observe aucun autre signe de l'infection.

Tous les examens histologiques du sang sont négatifs, mais des animaux d'épreuve (cobayes ou chiens) inoculés avec le sang du bouc s'infectent.

Un chien qui a reçu, le 14 avril 1910, 30$^{cm^3}$ du sang du bouc dans le péritoine ne s'infecte pas.

Le 21 juin 1910, le bouc est réinoculé avec le *Tr. gambiense* de l'Ouganda; à la suite de l'inoculation la température reste normale et un chien qui a reçu, le 7 juillet, 30$^{cm^3}$ du sang du bouc dans le péritoine ne s'infecte pas.

([1]) *Comptes rendus*, 27 novembre 1911.

([2]) A. Laveran, *Comptes rendus*, 1er avril 1902, 6 juillet 1903 et 22 février 1904.

Des expériences faites le 26 février et le 13 septembre 1911 montrent que le sérum du bouc est actif en mélange sur *Tr. gambiense*.

Le 13 septembre 1911, le bouc est réinoculé avec le *Tr. gambiense* de l'Ouganda, il ne s'infecte pas, il a donc toujours l'immunité pour ce virus.

22 novembre 1911, le bouc qui pèse 54^{kg} est inoculé à la base de l'oreille droite avec le trypanosome de Rhodesia. Dès le 24 novembre la température s'élève à 40°,2 (température normale 38°,2) et la fièvre persiste à la date du 4 décembre. La base de l'oreille droite est œdématiée. Le 2 décembre on trouve dans le sang du bouc des trypanosomes très rares.

Une chèvre neuve inoculée en même temps que le bouc s'infecte comme lui; la température s'élève, le 26 novembre, à 40°,2 et la fièvre persiste les jours suivants avec de grandes oscillations. Le 1er décembre on trouve dans le sang de la chèvre des trypanosomes très rares. La base de l'oreille droite (siège de l'inoculation) est fortement œdématiée.

Il y aura lieu de suivre l'évolution de la maladie chez le bouc et chez la chèvre, mais l'identité des débuts permet de supposer que cette évolution sera à peu près la même chez les deux animaux.

Une souris blanche est inoculée le 25 juin 1911, dans le péritoine, avec le sang d'un lérot fortement infecté par *Tr. gambiense* (virus de l'Ouganda). Le 28 juin, la souris a des trypanosomes rares. Tous les examens postérieurs sont négatifs; la souris a donc guéri à la suite d'une très courte infection.

27 octobre 1911, la souris est réinoculée dans le péritoine sur un cobaye fortement infecté par *Tr. gambiense*, elle ne se réinfecte pas, bien que l'inoculation ait été faite avec une forte dose de sang virulent; il y a donc immunité pour le *Tr. gambiense*.

20 novembre, la souris est inoculée avec le *Tr. rhodesiense* sous la peau, en même temps qu'une souris témoin. — 23 novembre, la souris a des trypanosomes rares. — 24 novembre, trypanosomes non rares. — 25 novembre, trypanosomes nombreux.

La souris meurt le 26 novembre, elle pèse 27^{g}; la rate est hypertrophiée, elle pèse 50^{cg}.

Une souris inoculée avec le *Tr. rhodesiense* le 20 novembre, dans les mêmes conditions que la souris dont l'observation précède, a une infection de même durée; elle meurt le même jour (26 novembre).

Il me paraît ressortir de ces faits, et en particulier des observations qui démontrent qu'un animal ayant acquis l'immunité pour le *Tr. gambiense* s'infecte comme un animal neuf par le *Tr. rhodesiense*, que ce dernier trypanosome ne doit pas être identifié au *Tr. gambiense*.

Tr. rhodesiense peut-il être identifié à un autre trypanosome que *Tr. gambiense?* Low a émis l'hypothèse qu'il s'agissait de *Tr. Brucei* [1]. J'ai inoculé récemment avec le *Tr. rhodesiense* un bélier ayant acquis l'immu-

---

[1] G. C. Low, *Journ. of trop. med. a. hyg.*, juillet 1910, p. 15.

nité pour *Tr. Brucei;* il sera intéressant de constater quelles seront les suites de cette inoculation.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La proportion d'acide carbonique dans l'air des régions antarctiques.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé.**

Depuis plus d'un siècle la détermination des proportions d'acide carbonique contenu dans l'air, et des variations qu'elles subissent sous diverses influences, a préoccupé l'esprit du monde savant. De Saussure, Thénard, Gay-Lussac, Dumas, Boussingault, Reiset, et un grand nombre d'autres expérimentateurs y ont consacré des études.

Il y a une trentaine d'années, à l'occasion du passage de Vénus sur le Soleil et du séjour d'une mission au cap Horn, MM. Müntz et Aubin ont effectué, sous le patronage de Dumas, des séries d'analyses de l'air dans des régions très diverses et ont fixé la teneur moyenne de l'atmosphère en acide carbonique ($2^{vol},74$ pour $10\,000^{vol}$ d'air) et les limites entre lesquelles se meuvent ses proportions.

Un des faits les plus saillants de leurs investigations a été la diminution notable et constante de l'acide carbonique dans l'air de la station du cap Horn, dont la teneur variait entre $2^{vol},21$ et $2^{vol},77$, avec une moyenne de $2^{vol},56$.

Ce fait peut s'expliquer par la basse température et par l'énorme développement des surfaces marines dans les régions antarctiques. On sait, par les travaux de M. Th. Schlœsing (¹), que la mer est le grand réservoir de l'acide carbonique disponible, par suite de l'existence de bicarbonate possédant une tension de dissociation. L'équilibre s'établit entre l'eau de mer et l'air, la première servant de régulateur pour la quantité d'acide carbonique contenu dans l'air, car toute baisse ou hausse de la tension doit occasionner la fixation ou la libération de ce gaz par l'eau de mer. M. Schlœsing a calculé que l'eau de la mer contient en réserve 10 fois plus d'acide carbonique que l'atmosphère, et d'après M. Krozh (²), elle en contient 27 fois plus.

Or, aux hautes latitudes, la température de l'eau de mer est basse, peu éloignée de 0°, la tension de dissociation des bicarbonates y est faible et l'on

(¹) *Comptes rendus,* t. 110, p. 1410.
(²) *Ibid.*, t. 139, p. 896.

doit s'attendre à une diminution de l'acide carbonique dans l'air. Cette manière de voir explique les résultats que nous avons obtenus à la station du cap Horn.

L'expédition de M. le Dr J. Charcot dans les régions australes nous a fourni l'occasion de vérifier notre ancienne hypothèse et d'en contrôler la généralisation. Elle avait l'avantage d'une latitude beaucoup plus élevée, 64° à 70° au lieu de 55°31, de l'absence totale de toute végétation et de toute vie animale qui eussent pu troubler les résultats, et permettait d'espérer des données encore plus accentuées.

M. l'enseigne de vaisseau Godfroy a bien voulu recueillir les échantillons d'air, dans des conditions que nous lui avions indiquées. Il n'a pas été possible de se servir des procédés que nous avions adoptés pour nos recherches antérieures et qui consistaient à faire passer dans des tubes à potasse de grands volumes d'air (près de 300^{l}). De ces tubes à potasse, scellés à la lampe et rapportés au laboratoire, nous dégagions l'acide carbonique pour le mesurer au volume (1). Dans nos recherches actuelles, nous avons dû adopter un autre mode de prélèvement et une méthode de dosage différents, mais reposant sur le même principe :

De grandes ampoules de cristal, de 3^{l} environ de capacité, ont été traitées par de l'acide chlorhydrique concentré, pendant 10 jours, afin d'en détruire toute l'alcalinité, puis lavées à l'eau distillée et séchées. Avant le départ, on y a fait le vide et on les a scellées à la lampe. Sur les lieux de prélèvement, en se plaçant sous le vent et de manière à éviter toute introduction d'air ambiant, on a cassé la pointe de l'ampoule pour laisser celle-ci se remplir et l'on a scellé de nouveau.

A l'arrivée au laboratoire, on a fait passer lentement cet air recueilli, aspiré par une trompe à mercure, dans un tube capillaire de 1^{m},20 de longueur, contenant une quantité connue de potasse en solution très concentrée et soigneusement décarbonatée. Le volume de l'air était mesuré dans un voluménomètre. L'acide carbonique fixé sur la potasse était dégagé par l'acide sulfurique et reçu dans un tube capillaire gradué. Une faible correction, due aux traces de ce gaz qui existaient dans la potasse, était appliquée.

Voici les résultats obtenus :

Nos	Latitude.	Localité.	Temps et direction du vent.	Acide carbonique pour 10000^{vol} d'air.
	° ′			vol
1.	64.09	Ilot-Gondier	W q. SW faible, couvert	1,833
2.	68.20	en mer	S faible, beau	2,291
3.	68.34	»	ESE faible, brumeux	2,210

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVI, 1882, p. 222, et t. XXX, 1883, p. 238.

Nos.	Latitude.	Localité.	Temps et direction du vent.	Acide carbonique pour 10000vol d'air.
4.	65°.11′	Port-Circoncision	NE q. E fort, couvert	vol 1,913
5.	65.11	»	WSW presque nul, très beau	2,191
6.	65.11	»	SW faible, très nuageux	2,084
7.	65.11	»	W très faible, pluie	2,300
9.	69.30	en mer	NNE faible, neige	1,447
10.	70.05	»	S q. SW assez faible, couvert	1,702
11.	66.22	»	WSW assez fort, nuageux	2,553
		Moyenne		2,0524

Ces chiffres conduisent à une moyenne de $2^{vol},0524$ d'acide carbonique pour 10000^{vol} de l'air des régions antarctiques, entre les latitudes de 64°49′ et 70°05; les résultats les plus faibles, $1^{vol},447$ et $1^{vol},702$, ont été obtenus aux latitudes les plus élevées, 69°30′ et 70°05′.

Dans ces parages, la température de l'eau de mer était comprise entre + 1° et — 2°, mais généralement inférieure à 0°. La tension de dissociation des bicarbonates se trouvait donc considérablement diminuée et il n'y a pas lieu de s'étonner de la faible proportion de l'acide carbonique que renferme l'air qui baigne ces surfaces marines.

Nos anciennes études faites au cap Horn, à la latitude de 55°31′24″, se trouvent donc vérifiées et singulièrement accentuées.

L'ensemble de nos recherches apporte une confirmation éclatante aux théories de M. Th. Schlœsing sur les échanges d'acide carbonique entre les eaux marines et l'air. Elles montrent aussi que le brassage de l'air n'est pas assez énergique pour amener une répartition uniforme de ce gaz dans l'atmosphère terrestre, comme le pensaient Gay-Lussac (1) et Reiset, (2) et que des causes locales ont une influence très grande sur la proportion qui en existe et qui peut varier du simple au double.

La surface du globe se divise en zones où les courants atmosphériques sont relativement constants. On comprend que dans chacune de ces zones la teneur en acide carbonique reste aussi relativement constante et que le mélange des masses d'air n'est pas aussi rapide et aussi intime que le pensaient Gay-Lussac et Reiset.

Si l'on faisait entrer dans le calcul les quantités obtenues dans les régions

---

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. II, p. 200.

(2) *Comptes rendus*, t. 90, p. 1114.

antarctiques, la moyenne générale de la teneur de l'air en acide carbonique se trouverait sensiblement abaissée.

ARCHÉOLOGIE. — *Fouilles au hameau de Séviac, près Montréal (Gers). Découverte d'un gros orteil en bronze.* Note de M. **Lannelongue.**

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences un spécimen merveilleux d'anatomie qui a été découvert en Gascogne, au hameau de Séviac, sur un plateau situé non loin de Montréal-du-Gers.

Le Dr Cassaigneau, du domaine de Montaut, à Montréal, m'avait communiqué, le 20 juillet dernier, qu'il existait sur le plateau de Séviac des mosaïques mises à découvert, mais qu'on n'avait pas suivies dans leur développement. De plus, il m'indiquait que, dans la région, il se trouvait notamment, au château du Tucoulet, appartenant à M. Lazartignes, des tronçons de colonnes en marbre avec leurs chapiteaux.

Sur ces indications, je me rendis, avec le Dr Cassaigneau et M. Dandrey, instituteur à Montréal, à Séviac, au lieudit *l'Hespitalet*, et là j'acquis la propriété de faire des fouilles en ce point. Le propriétaire, M. Adoue, vieillard de 86 ans, me montra tout de suite un orteil des plus remarquables, dont il n'avait jamais voulu se dépouiller et dont il me fit présent. Il l'avait trouvé sur le sol en face de sa demeure.

Cet orteil, en bronze plein, de volume un peu supérieur à l'état normal, mesurant $5^{cm},5$ de longueur, a près de 4^{cm} de largeur au niveau de la racine de l'ongle. Il pèse 385^{g}. C'est un remarquable morceau d'anatomie; il est d'un dessin merveilleux. L'ongle se détache avec une vigueur intense; il est rabattu par plaques à son extrémité libre. Au-dessus de la racine de l'ongle, l'interligne articulaire est admirablement dessiné. C'est le gros orteil du pied droit, car il porte en dehors le méplat du second orteil, qui était appliqué contre lui, tandis qu'en dedans les chairs repoussées par l'application du gros orteil sur le sol forment un relief arrondi. Sur la face plantaire, on voit un méplat indiquant l'application de la pulpe sur le sol. De nombreux détails indiquent le soin avec lequel le sculpteur a cherché l'exactitude anatomique, et la fonte a été parfaitement réussie. Ou c'est un ex-voto annexé à une statue en terre ou en marbre, ou il est l'indice incontestable d'une statue importante de bronze qui a été détruite ou qui se trouve enfouie quelque part près du lieu de l'Hespitalet.

Devenu propriétaire des fouilles, j'ai mis à découvert des mosaïques très importantes, bien conservées et d'un beau caractère. Elles représentent des bordures, des entrelacs, des circonférences concentriques ornées de tor-

sades, des rosaces variées; l'une d'elles représente une amphore de belle forme et de belle couleur.

Ces mosaïques, qui sont différentes en trois endroits et plus riches les unes que les autres, se développent sur une longueur de $18^{m},60$ et sur une largeur variable de 4^{m} à 5^{m}. Parmi ces mosaïques, il s'en trouve une avec de très petits cubes fins et jolis; elle est malheureusement détériorée.

Grâce aux soins du Dr Cassaigneau et de M. Dandrey, instituteur à Montréal, qui surveillent de très près le chantier, ces mosaïques sont entièrement à découvert maintenant et protégées.

A ce sujet, je suis heureux de signaler que j'ai reçu de M. Mazéret, instituteur à Gondrin, une lettre, écrite le 14 septembre dernier, par laquelle il m'annonce qu'il a été le premier à pratiquer des fouilles à l'Hespitalet et qu'il a découvert, sur deux points, les susdites mosaïques, mais sans en chercher le développement. Il est très satisfait que j'aie pris à ma charge la continuation des fouilles; c'est avec plaisir que je lui rends justice.

A côté des mosaïques, nous avons découvert des objets intéressants, parmi lesquels je signalerai :

Un disque, parfaitement conservé, d'une matière noire brillante, ressemblant beaucoup au jais. Il a un diamètre de 15^{mm}, une épaisseur de près de 2^{mm}; il porte deux petits trous percés à $2^{mm},5$ l'un de l'autre et à $2^{mm},5$ du bord. Plusieurs morceaux de marbre sculptés, un fragment de sein d'une statue de femme en marbre blanc, un petit objet en ivoire, mesurant 7^{cm} de long sur $1^{cm},5$ de large en moyenne et 3^{cm} d'épaisseur. Sur l'une des faces sont, grossièrement sculptées, une grecque et des fleurs (c'était probablement une parure de femme); un peigne fin en ivoire, des débris de poterie, des restes de blé brûlé, etc.

L'Académie paraissant s'intéresser à ces fouilles, j'aurai l'honneur de la tenir au courant.

M. Edouard Heckel fait hommage à l'Académie du 9e Volume (2e série) des *Annales du Musée colonial de Marseille pour* 1911, publiées sous sa direction.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. *L. Troost*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

MM.	Colson	obtient.	22 suffrages
	Moureu	»	21 »
	Béhal	»	12 »
	Urbain	»	4 »

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre de votants étant 60,

MM.	Moureu	obtient.	28 suffrages
	Colson	»	24 »
	Béhal	»	8 »

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin. Le nombre des votants étant 60,

MM.	Moureu	obtient.	38 suffrages
	Colson	»	21 »
	Béhal	»	1 suffrage

M. **Moureu**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. **Leclainche**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur et de M. *E. Schwœrer*, d'une brochure intitulée : *Gustav Adolf Hirn, sein Leben und seine Werke*, par M. le D[r] Keller.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° University of Saint-Andrews. *Five hundredth anniversary. Memorial volume of scientific papers.*

2° Le Tome II (*Observations*) des *Annales du Bureau central météorologique de France, pour* 1909, publiées par M. A. Angot.

3° Un fascicule de l'*Atlas géographique des formes du relief terrestre*, par J. Brunhes, E. Chaix, Emm. de Martonne. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

4° *Sudania : Énumération des plantes récoltées en Afrique tropicale par M.* Aug. Chevalier, *de* 1898 *à* 1910 *inclus*. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

5° H. Pécheux. *Les lampes électriques*. (Présenté par M. J. Violle.)

6° *Le pain de froment*, par Émile Fleurent. (Présenté par M. Schlœsing père.)

7° Louis Duval. *L'Agriculture dans la généralité d'Alençon au dix-huitième siècle*, et *Études sur l'état de l'agriculture et sur la condition des cultivateurs dans la généralité d'Alençon au dix-huitième siècle*. (Présenté par M. Labbé.)

ASTRONOMIE. — *Comète nouvelle découverte par M. Schaumasse à l'Observatoire de Nice et observée par MM. Schaumasse et Javelle.* Note de MM. **Schaumasse** et **Javelle**, transmise par M. Bassot.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1911.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★	Obs.
Nov. 30.	17ʰ.15ᵐ.56ˢ	−0ᵐ.53ˢ,84	−4′.27″,7	18:10	13ʰ.12ᵐ.14ˢ,17	$\bar{1}$,518$_n$	+5°.51′.35″,6	0,752	1	S
Déc. 1.	15.45. 0	−2. 8,33	+1.53,4	15:10	13.15.33,45	$\bar{1}$,613$_n$	+5.38.54,8	0,769	2	S
» 1.	16.39.18	−2. 0,43	+1.23,1	15:10	13.15.41,35	$\bar{1}$,566$_n$	+5.38.24,5	0,761	2	J
» 1.	16.54.36	−1.58,45	+1.11,4	18:12	13.15.43,33	$\bar{1}$,548$_n$	+5.38.12,8	0,756	2	S

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	α moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1.......	5,0	13ʰ.13ᵐ. 6ˢ,59	+1ˢ,42	+5°.56′.18″,3	−15″,0	½ (Leipzig II, 6369 + Boss, 3446).
2.......	6,5	13.17.40,35	+1,43	+5.37.16,5	−15,1	⅓ (Leipzig II, 6391 + Paris, 16346 + Boss, 3462).

Remarques. — Cette comète, trouvée le 30 novembre à l'aide de l'équatorial coudé de 0ᵐ,40 d'ouverture, apparaît comme une nébulosité circulaire, de 3′ à 3′,5 de diamètre, assez vague, présentant, dans sa partie centrale, un noyau mal défini de grandeur 12 à 12,5.

Les initiales S et J se rapportent aux observateurs Schaumasse et Javelle, ce dernier observant à l'équatorial de $0^{m},76$ d'ouverture.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations de la planète Jupiter en* 1911 *avec l'équatorial de* $0^{m},83$ *de l'Observatoire de Meudon*. Note de M. **E.-M. Antoniadi**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai pu observer cette planète, avec la grande lunette, du 22 mai au 31 juillet 1911, grâce à l'amabilité de M. Deslandres. Dix-sept dessins du disque entier ont été pris. D'autre part, M. Bosler, astronome à l'Observatoire, a étudié Jupiter trois nuits avec nous, et a pu confirmer ainsi une partie de nos constatations.

Le grossissement employé a été de 320. Les chaleurs exceptionnelles de l'été dernier ne se sont pas montrées défavorables aux bonnes images; mais l'altitude relativement faible de la planète (29° au méridien) donnait lieu à une dispersion atmosphérique assez considérable, qui nuisait à la netteté des détails. M. Pérot, il est vrai, a pu corriger cette dispersion par un prisme tenu devant l'oculaire, l'arête étant vers le haut; mais la disparition de la couleur spectrale nous a paru accompagnée d'une déformation de l'image, au moins avec le prisme employé.

Voici un résumé succinct des phénomènes observés :

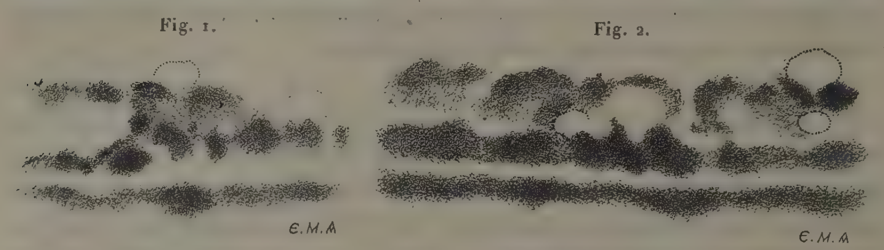
Les régions polaires australes se sont montrées, en général, grisâtres. Le 22 mai, il y avait une calotte polaire plus sombre, de 65° de diamètre, et, le 5 juillet, une grande tache blanchâtre, allongée de l'Est à l'Ouest, se voyait vers $\omega_2 = 0°$ et $\varphi = -45°$.

La bande tempérée la plus australe n'était, le plus souvent, que le bord renforcé des grisailles polaires. Parfois, cependant, on y notait des nodosités sombres et, le 12 juin, des taches blanches aussi.

La bande tempérée sud a toujours paru ondoyante et plus ou moins noueuse. Elle était interrompue de part et d'autre de la tache rougeâtre, et la partie contiguë à cette dernière, au Sud, contenait d'habitude des taches sombres (*fig.* 3 et 4). Le 22 mai, on y remarqua aussi des taches blanches (*fig.* 3); le 12 juin, il y avait une grosse tache, très sombre, vers $\omega_2 = 250°$ (*fig.* 2). La bande tempérée sud formait toujours, en partie, la limite méridionale de la grande perturbation, et cela sur une étendue en longitude de plus de 100°.

Dans la zone tempérée australe, la grande perturbation, que nous ob-

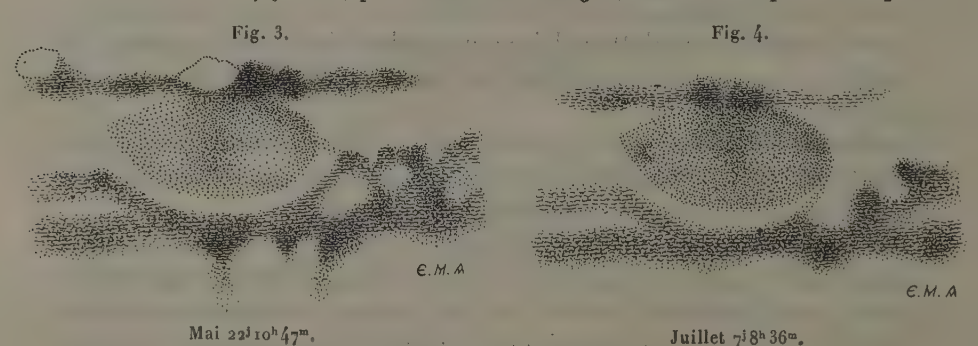
servons depuis 1901, et qui doit être un phénomène récurrent, puisque nous l'avons reconnue sur les dessins de Dawes, pris en 1857, s'étalait sur près de 110° de longitude. Elle était bien plus pâle qu'en 1910. Sa partie précédente, échancrée et concave vers l'Ouest, formait un trapèze grisâtre, irrégulier, à structure complexe (*fig.* 1), tandis que le reste, moins intense,



Partie antérieure. Juillet $13^j 8^h 40^m$. Partie médiane. Juin $12^j 10^h 0^m$.
Aspects de la grande perturbation de Jupiter en 1911.

offrait de faibles demi-tons irréguliers, où l'on remarquait des taches blanchâtres avec des nodosités plus foncées (*fig.* 2).

Une couleur jaune orange, nullement rose, caractérisait la tache rougeâtre, le 22 mai; mais, le 7 juillet, elle était d'un rose très intense. Son contour nous a toujours paru irrégulièrement ovale, la pointe à gauche s'élevant vers le Sud-Ouest (¹) (*fig.* 3 et 4). Elle était traversée, du Sud au Nord, par une traînée irrégulière grisâtre, et il y avait un maximum d'intensité vers son bord sud-est. Le 7 juillet, par de bonnes images, nous avons pu remarquer



Mai $22^j 10^h 47^m$. Juillet $7^j 8^h 36^m$.
La tache rougeâtre de Jupiter en 1911.

un petit estompage coudé, vers l'extrémité précédente de la tache. Les 22 mai et 19 juillet, un faible ligament gris rattachait l'extrémité suivante

(¹) M. Quénisset a réussi à photographier cet aspect du mois de juillet.

de l'ovale à l'inflexion orientale de la grande bande tropicale sud ; mais, le 7 juillet, le ligament se recourbait vers le Nord (*fig.* 4).

Nous avons pu obtenir les déterminations suivantes de longitude du centre de la tache rougeâtre :

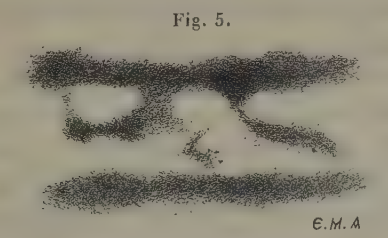
1911, Mai 22............	$\omega_2 = 332°$
1911, Juillet 7............	329°
1911, Juillet 31............	328°

La bande tropicale sud s'est toujours montrée double, sauf au-dessous de la tache rougeâtre. Sa composante australe était sombre sous la partie antérieure de la même tache, au début des observations, pour pâlir plus tard.

L'inflexion à droite de la tache rougeâtre a été observée envahie par des taches blanches, le 22 mai (*fig.* 3) ; et elle était doublement échancrée, le 7 juillet (*fig.* 4). Mais, le 31 juillet, l'inflexion avait repris son aspect normal. En dessous de la perturbation, la composante australe de cette bande, plus éloignée vers le Sud, présentait un grand nombre de nodosités foncées, à structure très complexe, et souvent pointues vers le haut (*fig.* 2).

La zone équatoriale a paru toujours sillonnée de filaments grisâtres, irréguliers, et plus ou moins obliques (*fig.* 5). On y remarquait aussi plusieurs

Fig. 5.



Filaments de la zone équatoriale de Jupiter. 1911, juin 24j 9h 15m.

taches sombres, de petites dimensions, allongées dans le sens Est-Ouest, et marquant l'équateur de la planète.

La bande tropicale nord, presque continuellement dépourvue de détails, a montré invariablement une coloration rose, contrastant avec le ton violacé de la grande bande méridionale. Elle était pâle et floue, accompagnée au Nord d'une composante plus étroite et plus faible.

La bande tempérée boréale, plus intense que la précédente, était bleu violacé ; ses bords aussi semblaient diffus, et elle a paru, de temps en temps, parsemée de quelques nodosités sombres.

La bande tempérée la plus au Nord a été entrevue faiblement, les 10, 17

et 18 juillet. Le 11 juillet, il n'y avait, à son emplacement, qu'une série de taches foncées; et il en a été de même le 27 juillet.

Enfin, les régions polaires boréales ont paru presque uniformément grises.

Comme en 1910, l'hémisphère nord de Jupiter a montré, en 1911, bien moins d'activité que l'hémisphère sud.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur la Communication précédente et sur l'utilité de l'observation des planètes*, par M. H. **Deslandres.**

La Note précédente émane d'un astronome qui a une grande réputation comme observateur des planètes, et est fort intéressante. La planète Jupiter offre des perturbations, qui, pendant une longue période de temps, se reproduisent dans la même région de son atmosphère; de plus, elle a des variations générales, qui sont plus fortes dans un hémisphère que dans l'autre. Or les mêmes particularités ont été signalées aussi dans l'atmosphère solaire; et il importe, à mon avis, de rechercher si les perturbations sont parallèles dans le Soleil et dans les planètes, ou ont entre elles un lien quelconque.

Plusieurs auteurs ont annoncé que les perturbations solaires ont une influence sur les variations de notre atmosphère, sur les grands mouvements, et les grands orages qui s'y produisent. Mais les vérifications nettes et sérieuses ont toujours fait défaut, peut-être parce que nous connaissons mal l'état général de notre atmosphère. Les relevés météorologiques quotidiens ne donnent actuellement les éléments importants qui sont la pression et la température de l'air, que pour une région restreinte du globe, et à une faible altitude au-dessus du sol. Ces stations météorologiques sont encore trop peu nombreuses ou même manquent absolument sur la plus grande partie de notre Terre ; et cependant le grand Leverrier, qui est le fondateur de la Météorologie actuelle, disait souvent que l'homme ne pourrait prédire le temps à l'avance que lorsqu'il connaîtrait à chaque instant l'état de l'atmosphère terrestre tout entière.

Il est donc actuellement difficile de comparer les perturbations solaire et terrestre ; mais les planètes qui, comme le Soleil, nous offrent une vue d'ensemble de leur atmosphère ou d'une moitié de leur atmosphère, sont, à ce point de vue, dans des conditions meilleures. Aussi je crois utile d'encourager l'étude des disques planétaires, qui trop souvent est négligée dans les observatoires.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux* R. Note de M. **Tzitzéica.**

J'ai désigné sous ce nom les réseaux conjugués dont les tangentes forment des congruences W. Ces réseaux, mentionnés pour la première fois par M. Demoulin dans son Rapport sur le travail couronné de M. Wilczynski, ont été retrouvés par nous comme application naturelle d'un théorème fondamental de M. Darboux. C'est toujours à ce point de vue que nous nous plaçons dans ce qui suit, pour trouver des transformations des réseaux R, ou plutôt des congruences W formées par les tangentes de ces réseaux.

I. Soit (x) le réseau conjugué à invariants égaux, image d'une telle congruence W sur la variété quadratique Γ à 4 dimensions de l'espace linéaire S_5 et que, pour simplifier, nous représentons par

$$(\Gamma)\qquad \Sigma x_i^2 = 0 \quad (i = 1, 2, \ldots, 6).$$

On peut évidemment supposer que les coordonnées x_i $(i = 1, 2, \ldots, 6)$ du point x qui décrit le réseau, exprimées en fonctions des paramètres u et v qui correspondent aux courbes conjuguées du réseau, vérifient un système de la forme

$$(1)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = h\theta, \qquad \frac{\partial^3\theta}{\partial u^3} + m\frac{\partial^3\theta}{\partial v^3} = A\frac{\partial^2\theta}{\partial u^2} + B\frac{\partial^2\theta}{\partial v^2} + C\frac{\partial\theta}{\partial u} + D\frac{\partial\theta}{\partial v} + E\theta.$$

Réciproquement, si les conditions d'intégrabilité, que j'appelle (I), sont satisfaites, le système (1) admet 6 solutions linéairement indépendantes. Par le fait que le réseau (x) est situé sur Γ, on a aussi la relation (Γ). Il en résulte des relations entre les coefficients de (1), que je nomme (II), une desquelles est, par exemple,

$$A + B = 0.$$

Considérons maintenant une congruence (xx') conjuguée, au sens de M. Guichard, au réseau (x). On sait de quelle manière on obtient une telle congruence. On détermine d'abord le foyer y par les formules

$$(2)\qquad \frac{\partial y}{\partial u} = x\frac{\partial\mu}{\partial u}, \qquad \frac{\partial y}{\partial v} = \mu\frac{\partial x}{\partial v},$$

y_i correspondant à x_i et μ étant une solution quelconque de la première équation de (1); les y_i ne sont déterminées qu'à des constantes addi-

tives près. Le deuxième foyer de la congruence (xy) est défini par $z_i = y_i - \mu x_i$. Soit x' le conjugué harmonique de x par rapport à y et z. On sait d'après le théorème de M. Kœnigs, généralisé pour l'espace S_5, que x' décrit, comme x, un réseau à invariants égaux. Nous obtiendrons une transformation des réseaux R, si nous déterminons la solution μ de manière que le réseau (x') soit situé sur Γ.

II. Posons

$$X = \Sigma x_i y_i, \qquad 2Y = \Sigma y_i^2;$$

les fonctions X et Y sont des solutions correspondantes du système (2). Si l'on écrit qu'on a

$$\Sigma x_i'^2 = 0.$$

on obtient

$$2Y - \mu X = 0.$$

d'où l'on déduit, à l'aide du système (2),

$$X = \frac{\mu}{k} \quad (k = \text{const.}).$$

Or X vérifie les relations suivantes :

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{\partial^2 X}{\partial u\, \partial v} = hX, \\ &\frac{\partial^3 X}{\partial u^3} + m\frac{\partial^3 X}{\partial v^3} = A\frac{\partial^2 X}{\partial u^2} + B\frac{\partial^2 X}{\partial v^2} + C\frac{\partial X}{\partial u} + D\frac{\partial X}{\partial v} + EX - \frac{\partial \mu}{\partial u} + m\frac{\partial \mu}{\partial v} - B\mu. \end{aligned} \right.$$

On en conclut que μ doit nécessairement vérifier le système

$$(4) \quad \frac{\partial^2 \mu}{\partial u\, \partial v} = h\mu, \qquad \frac{\partial^3 \mu}{\partial u^3} + m\frac{\partial^3 \mu}{\partial v^3} = A\frac{\partial^2 \mu}{\partial u^2} + B\frac{\partial^2 \mu}{\partial v^2} + C'\frac{\partial \mu}{\partial u} + D'\frac{\partial \mu}{\partial v} + E'\mu,$$

où

$$C' = C - k, \qquad D' = D + km, \qquad E' = E - kB.$$

Or pour ce système les conditions d'intégrabilité sont vérifiées quel que soit K, en vertu des relations que nous avons notées par (I) et (II). On a donc 6 solutions

$$\mu', \quad \mu'', \quad \ldots, \quad \mu^{\text{vi}},$$

et la solution générale est

$$\mu = a'\mu' + a''\mu'' + \ldots + a^{\text{vi}}\mu^{\text{vi}},$$

$a', a'', \ldots, a^{\text{vi}}$ étant des constantes arbitraires. Occupons-nous de la solution μ' et introduisons-la dans le système (2). On aura les solutions y_i', correspondant à x_i. Si nous posons $X' = \Sigma x_i y_i'$, il résulte de (3) et (4) que, par un

choix convenable des constantes additives des y'_i, on a

$$X' = \frac{\mu'}{k}.$$

Si nous posons maintenant $y_i = a'y'_i + a''y''_i + \ldots + a^{\text{VI}}y^{\text{VI}}_i$, on trouve

$$X = \frac{\mu}{k}.$$

Or cette relation donne à l'aide du système (2)

$$2Y - \mu X = c = \text{const.}$$

La constante c est une fonction de $a', a'', \ldots, a$, dont elle dépend *effectivement*. On peut donc choisir ces constantes arbitraires de manière qu'on ait

$$c = 0.$$

III. Le résultat précédent a une double portée. Il démontre d'abord que parmi les congruences W admettant un réseau R pour une des surfaces focales, il y en a une infinité, dépendant d'un certain nombre, 6 tout au plus, de constantes arbitraires et dont la seconde surface focale est aussi un réseau R.

Ensuite, et ceci me semble essentiel, la méthode précédente donne le moyen de choisir la solution d'une équation de Laplace à invariants égaux, de manière que la transformée de Moutard ait, comme l'équation initiale, 6 solutions quadratiques. Cette méthode peut être généralisée et appliquée dans le cas d'un nombre pair de solutions quadratiques. En particulier, j'ai complètement étudié le cas $n = 4$, c'est-à-dire les réseaux à invariants égaux d'une quadrique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients* $\geqq 0$ *et leur application aux problèmes de la production et des salaires*. Note de M. **Maurice Potron**, présentée par M. Appell.

1. MM. Perron et Frobenius (l'un dans les *M. A.*, t. LXIV, p. 261; l'autre dans les *S. A. B.*, 1908, p. 471-476; 1909, p. 514-518) ont obtenu certains résultats relativement aux matrices à éléments > 0. Ces résultats reviennent à ceci : *si une substitution* $(a) = |x_i, \Sigma_k a_{ik} x_k|$ $(i, k = 1, \ldots, n)$ *a tous ses coefficients* > 0, *la racine caractéristique de module maximum de* (a) *est*

réelle, positive et simple. Il existe une fonction $\Sigma_i \alpha_i x_i$, à coefficients > 0, et une seule à un facteur constant près, que (a) multiplie par cette racine caractéristique. Et cette fonction est, à un facteur constant près, la seule fonction $\Sigma_i \alpha_i x_i$, à coefficients > 0, que (a) multiplie par une constante.

2. Faisant une généralisation partiellement indiquée par M. Frobenius, j'ai montré, par continuité, que, *si les coefficients de (a) sont seulement supposés $\geqq 0$, la racine caractéristique de module maximum de (a) est réelle et non négative, et qu'il existe au moins une fonction $\Sigma_i \alpha_i x_i$, à coefficients $\geqq 0$ et non tous nuls, que (a) multiplie par cette racine caractéristique.*

3. Continuant l'étude de ce cas plus général, j'ai montré que, *si r désigne cette racine caractéristique de module maximum, et $n-q$ le rang de la matrice des coefficients du système*

$$r\alpha_i - \Sigma_k a_{ki}\alpha_k = 0 \qquad (i, k = 1, \ldots, n),$$

il y a au plus q fonctions distinctes $\Sigma_i \alpha_i x_i$, à coefficients $\geqq 0$ et non tous nuls, que (a) multiplie par rq.

J'ai montré ensuite, par l'application d'un théorème dû à Minkowski (*Geometrie der Zahlen*, p. 39-45) que, *dans l'une au moins de ces fonctions, $q-1$ au moins des coefficients α sont nuls, les autres étant* > 0, et qu'*alors (a) transforme les variables x correspondant aux coefficients > 0 en des fonctions linéaires de ces seules variables*. J'en conclus que, *si (a) transforme certaines des variables x en des fonctions linéaires de ces seules variables* [1], *opérant ainsi une substitution que l'on peut désigner par $(a)_1$, si r_1 est la racine caractéristique de module maximum de $(a)_1$, il existe au moins une fonction linéaire des seules variables de $(a)_1$, à coefficients $\geqq 0$ et non tous nuls, que (a) multiplie par r_1*. Enfin, *s'il existe une fonction linéaire des variables de $(a)_1$, à coefficients > 0, que (a) multiplie par une constante, cette constante ne peut être que r_1.*

3. Il résulte de ces théorèmes que *le système*

$$(\text{I}) \quad \begin{cases} (1) \quad s\alpha_i - \Sigma_k a_{ki}\alpha_k = \Sigma_l b_{l,i}\beta_l \\ (2) \quad \alpha_i > 0, \qquad \beta_l \geqq 0 \end{cases} \qquad (i, k = 1, \ldots, n;\ l = 1, \ldots, p),$$

dans lequel les coefficients a et b sont $\geqq 0$, admet des solutions seulement, et, si la matrice $|a_{ik}|$ n'est pas partiellement réduite, toujours, si le paramètre s

[1] Je dirai, dans ce cas, que la matrice $|a_{ik}|$ est *partiellement réduite.*

est au moins égal à la racine caractéristique r de module maximum de $|a_{ik}|$. *Si la matrice* $|a_{ik}|$ *est partiellement réduite, on peut seulement affirmer, pour* $s=r$, *que* (1) *a, en général, des solutions vérifiant*

(3) $\alpha_i \geqq 0, \quad \Sigma_i \alpha_i > 0, \quad \beta_l = 0 \quad (i=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p).$

De même, *s et t désignant deux paramètres indépendants,* $e>0$, *le système*

$$\text{(II)} \quad \begin{cases} (1) & s\alpha_i - \Sigma_k a_{ki}\alpha_k = \Sigma_l b_{li}\beta_l \\ (4) & t\beta_l = \Sigma_i c_{li}\alpha_i \qquad (i, k=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p), \\ (5) & \alpha_i > 0, \quad \beta_l > 0 \end{cases}$$

dans lequel on a

$$a_{ik} \geqq 0, \quad b_{li} \geqq 0, \quad c_{li} \geqq 0, \quad \Sigma_i c_{li} > 0 \quad (i=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p),$$

admet des solutions seulement, et, si $|a_{ik}|$ *n'est pas partiellement réduite, toujours si s est la racine caractéristique* $\sigma(t)$ *de module maximum de* $\left|a_{ki} + \frac{1}{t}\Sigma_l b_{li} c_{lk}\right|$. *Comme précédemment, si* a_{ik} *est partiellement réduite, on peut seulement affirmer que* (1) *et* (4) *ont des solutions vérifiant*

(6) $\alpha_i \geqq 0, \quad \beta_l \geqq 0, \quad \Sigma_i \alpha_i > 0, \quad \Sigma_l \beta_l > 0 \quad (i=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p).$

Soit $D = |su_{ik} - a_{ik}|$ ($u_{ik} = 0$ pour $i \neq k$, $u_{ii} = 1$); *si l'on désigne par* D_{ik} *les éléments de l'adjoint de* D, *si s est plus grand que la racine caractéristique r de module maximum de* $|a_{ik}|$, *et si l'on pose*

$$\Sigma_i c_{ji} D_{ik} = D d_{jk}, \quad \Sigma_k b_{lk} d_{jk} = B_{lj} \quad (i, k=1, \ldots, n;\ j, l=1, \ldots, p),$$

on voit que (II) *équivaut à*

$$\text{(III)} \quad \begin{cases} (7) & t\beta_j - \Sigma_l B_{lj}\beta_l = 0 \\ (4) & t\beta_l = \Sigma_i c_{li}\alpha_i \qquad (i=1, \ldots, n;\ j, l=1, \ldots, p), \\ (5) & \alpha_i > 0, \quad \beta_l > 0 \end{cases}$$

et que, *les* B *étant* $\geqq 0$, (III) *admet des solutions seulement, et, si* $|B_{lj}|$ *n'est pas partiellement réduite, toujours si t est la racine caractéristique* $\tau(s)$ *de module maximum de* $|B_{lj}|$. *Même énoncé que précédemment si* $|B_{lj}|$ *est partiellement réduite.*

On voit aussi que *les deux fonctions* σ *et* τ *sont inverses l'une de l'autre*, et que *les conditions :* $t>0$, *s au moins égal (ou égal) à la racine caractéristique de module maximum de* $\left|a_{ik} + \frac{1}{t}\Sigma_l b_{lk} c_{li}\right|$, *équivalent aux conditions :* $s>r$, *t au moins égal (ou égal) à la racine caractéristique de module maximum de* $|B_{jl}|$.

Ces résultats s'appliquent immédiatement à la solution d'importants problèmes économiques.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De la viscosité dans le mouvement des membranes flexibles*. Note de M. **Louis Roy**, présentée par M. P. Appell.

Soient

$$x = f(u, v, t), \qquad y = g(u, v, t), \qquad z = h(u, v, t),$$

les équations de la membrane à l'instant t. En employant les variables dites de Lagrange, chaque point matériel de la membrane se trouve, à chaque instant, caractérisé par le même couple de valeurs (u, v) des paramètres. Il en résulte que les lignes du réseau correspondent toujours aux mêmes lignes matérielles, de sorte que celui-ci ne peut être constamment orthogonal. Soient ds l'élément linéaire et dS l'élément d'aire correspondant; on a les formules connues

$$ds^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2, \qquad dS = \sqrt{EG - F^2}\,du\,dv = H\,du\,dv.$$

Les équations du mouvement peuvent s'obtenir en écrivant qu'on a, dans toute modification virtuelle isothermique,

$$(1) \qquad \delta\varpi_e + \delta\varpi_v + \delta J - \delta_T\Phi = 0,$$

$\delta\varpi_e$ désignant le travail élémentaire des forces extérieures, $\delta\varpi_v$ celui des actions de viscosité, δJ celui des forces d'inertie et $\delta_T\Phi$ la variation isothermique du potentiel thermodynamique interne. Ces différentes quantités, sauf $\delta\varpi_v$, ont des formes analogues à celles relatives aux fluides; cherchons donc l'expression de $\delta\varpi_v$.

Imposons à la membrane, à l'instant t, un déplacement virtuel $\delta(x, y, z)$; les éléments ds et dS subissent des variations δds et δdS données par les formules

$$2\,ds\,\delta\,ds = \delta E\,du^2 + 2\,\delta F\,du\,dv + \delta G\,dv^2, \qquad \delta\,dS = \delta H\,du\,dv,$$

où l'on a

$$(2) \quad \delta E = 2\sum x'_u \frac{\partial\,\delta x}{\partial u}, \quad \delta F = \sum\left(x'_u \frac{\partial\,\delta x}{\partial v} + x'_v \frac{\partial\,\delta x}{\partial u}\right), \quad \delta G = 2\sum x'_v \frac{\partial\,\delta x}{\partial v},$$

$$2H\,\delta H = G\,\delta E - 2F\,\delta F + E\,\delta G,$$

et les dilatations correspondantes, linéaire ∂ et superficielle ϑ, ont pour

expressions

$$\partial = \frac{\delta\, ds}{ds} = \frac{1}{2}\,\frac{\delta E\, du^2 + 2\,\delta F\, du\, dv + \delta G\, dv^2}{E\, du^2 + 2\,F\, du\, dv + G\, dv^2},$$

(3) $$\mathfrak{I} = \frac{\delta\, dS}{dS} = \frac{1}{2}\,\frac{G\,\delta E - 2F\,\delta F + E\,\delta G}{H^2}.$$

Pour que la transformation conserve les angles et les longueurs, on sait qu'il faut et il suffit que $\delta(E, F, G) = 0$; l'élément dS est alors égal à l'élément transformé. La déformation de dS est donc entièrement définie par les trois quantités δE, δF, δG.

Les liaisons entre les divers éléments dS étant des soudures au sens de M. Duhem, on aura

$$\delta \mathfrak{T}_v = -\int (\mathcal{E}\,\delta E - 2\mathcal{F}\,\delta F + \mathcal{G}\,\delta G)\, dS,$$

$\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ étant les actions de viscosité, fonctions des variables E, F, G, T (température absolue), qui définissent l'état de l'élément dS, et aussi des dérivées

(4) $$\begin{cases} E' = \dfrac{\partial E}{\partial t} = 2\sum x'_u \dfrac{\partial U}{\partial u}, \qquad F' = \dfrac{\partial F}{\partial t} = \sum\left(x'_u \dfrac{\partial U}{\partial v} + x'_v \dfrac{\partial U}{\partial u}\right), \\ G' = \dfrac{\partial G}{\partial t} = 2\sum x'_v \dfrac{\partial U}{\partial v}, \end{cases}$$

où l'on a posé

$$(U, V, W) = \frac{\partial(x, y, z)}{\partial t}.$$

D'après l'hypothèse approximative et celle de Lord Rayleigh ([1]), il existe une « fonction dissipative » $2\,\Phi$, homogène et du second degré en E′, F′, G′, telle que

$$2\,\Phi = \mathcal{E}E' - 2\mathcal{F}F' + \mathcal{G}G',$$

d'où il résulte qu'on a pour les actions de viscosité

(5) $$\mathcal{E} = \frac{\partial \Phi}{\partial E'}, \qquad -2\mathcal{F} = \frac{\partial \Phi}{\partial F'}, \qquad \mathcal{G} = \frac{\partial \Phi}{\partial G'},$$

et que, dans une modification réelle,

(6) $$\delta E = E'\, dt, \qquad \delta F = F'\, dt, \qquad \delta G = G'\, dt,$$

([1]) P. Duhem, *Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques*, p. 46.

le travail de viscosité a pour expression

(7) $$d\mathcal{C}_v = -dt \int 2\Phi \, dS.$$

Cela posé, pour obtenir l'expression de 2Φ, il faut exprimer que la membrane est isotrope. Voyons donc comment la déformation réelle (6) est caractérisée géométriquement.

Au point $M(u,v)$ de la surface primitive et dans la direction (du, dv), portons une longueur $MP = \frac{1}{1+\partial}$. Le lieu du point P dans le plan tangent en M est l'ellipse des dilatations, dont les axes sont les directions principales. En appelant $D_1\,dt$, $D_2\,dt$ les dilatations principales, on reconnaît que celles-ci sont données per l'équation

$$4H^2D^2 - 2(GE' - 2FF' + EG')D + E'G' - F'^2 = 0.$$

La membrane étant isotrope, 2Φ doit être une fonction entière symétrique des racines de cette équation et, par suite, une fonction entière de ses coefficients

$$GE' - 2FF' + EG', \qquad E'G' - F'^2.$$

En appelant $\theta\,dt$ la dilatation superficielle réelle et en remarquant qu'on a, d'après (3),

$$\theta = \frac{1}{2}\,\frac{GE' - 2FF' + EG'}{H^2},$$

on peut donc écrire

(8) $$2\Phi = \Lambda H^2\theta^2 + M(E'G' - F'^2),$$

où Λ et M sont les « coefficients de viscosité » de la membrane, fonctions de la densité ρ et de T. Dès lors, les formules (5) nous donnent pour les actions de viscosité

(9) $$2\mathcal{E} = \Lambda G\,\theta + MG', \qquad 2\mathcal{F} = \Lambda F\,\theta + MF', \qquad 2\mathcal{G} = \Lambda E\,\theta + ME'.$$

Le travail de viscosité étant essentiellement négatif, la fonction dissipative doit, d'après (7) et (8), être une forme quadratique définie positive. On reconnaît alors que les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il en soit ainsi sont

$$M < 0, \qquad \Lambda + M > 0.$$

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur la protection des installations à courant faible contre les perturbations provoquées par les courants alternatifs.* Note de M. **Girousse**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. 153, séance du 10 juillet 1911, p. 97), j'ai exposé un procédé permettant d'assurer le fonctionnement des appareils télégraphiques en les soustrayant aux influences perturbatrices dues aux courants alternatifs ; ce procédé consiste à employer un récepteur à deux enroulements égaux, connectés de telle sorte que leurs actions s'annulent quand un courant se bifurque également entre eux ; un des enroulements est en série avec une self et une capacité réglées de manière à être en résonance pour la fréquence du courant perturbateur, l'autre avec une résistance égale à celle de la bobine de self. Grâce à la résonance, le courant alternatif perturbateur se partage également entre les deux enroulements et reste sans action sur l'armature de l'électro-récepteur, tandis que le courant télégraphique, qui est continu, ne traverse que l'enroulement en série avec la résistance et fait fonctionner l'électro à la façon ordinaire.

Il est important, au point de vue des applications pratiques, de déterminer les limites dans lesquelles les éléments du courant perturbateur qui circule dans la ligne à courant faible (intensité et fréquence) peuvent varier, sans que le système cesse d'être efficace. En effet, l'équilibre qui existe entre les deux circuits est altéré lorsque l'intensité varie (période variable) ou lorsque la fréquence varie (résonance détruite). Or ces phénomènes se produisent constamment, surtout lorsque le trouble est dû à une ligne de traction monophasée ou triphasée.

Pour déterminer expérimentalement ces limites, je me suis servi d'une ligne artificielle dans laquelle était intercalé un récepteur Morse protégé par le procédé indiqué ; la pile de ligne était de 60 volts environ ; on manipulait à la vitesse ordinaire. Le courant perturbateur était pris en dérivation sur le Secteur de la Rive gauche à 42 périodes ; son intensité était de 30 milliampères ; un interrupteur permettait de fermer et d'ouvrir brusquement le circuit perturbateur. Il n'était pas possible de faire varier la fréquence du secteur, mais on pouvait agir sur la capacité et, par conséquent, modifier à volonté le produit $LC\omega^2$. Dans ces conditions, il a été possible de faire varier la capacité de 10 pour 100 en plus ou en moins sans aucune altération de la réception. Cette variation de 10 pour 100 de la capacité C ou du produit $LC\omega^2$ produit la même altération de la résonance qu'une variation de la fréquence ou de ω de 5 pour 100. Quant à l'intensité perturbatrice de 30 milliampères, elle est déterminée par une force électromo-

motrice perturbatrice de 110 volts sur une ligne de 3000 ohms, en tenant compte des impédances qui s'ajoutent à la résistance de la ligne.

Il est donc possible, en employant *uniquement* le procédé précédemment indiqué, *de soustraire un récepteur télégraphique à l'action perturbatrice produite par une force électromotrice de* 110 *volts efficaces brusquement appliquée, la fréquence du courant perturbateur pouvant varier de* 5 *pour* 100 *en plus ou en moins.*

Mais on peut réduire très notablement l'intensité perturbatrice dans l'appareil, et, par conséquent, augmenter la tolérance admissible pour la fréquence, ce qui offre un grand intérêt pour les lignes de traction électrique.

Un procédé très simple consiste à augmenter la résistance de la ligne; il n'y a rien d'excessif à porter cette résistance (y compris naturellement celle du récepteur) à 7500 ohms, ce qui entraîne l'adoption d'une pile de 150 volts; or le Central télégraphique de Marseille utilise sans inconvénient des piles de 150 volts, et en Amérique certaines lignes utilisent jusqu'à 400 volts. Ainsi, l'intensité perturbatrice, avec une même force électromotrice perturbatrice est réduite dans le rapport de $\frac{1}{2,5}$, ce qui permet d'augmenter d'autant la tolérance pour ω^2.

Un autre procédé, basé sur la *résonance*, consiste à monter en dérivation entre la ligne et la terre un circuit formé d'une capacité et d'un self en résonance pour la fréquence perturbatrice. Ainsi, le courant alternatif perturbateur, trouvant une dérivation qui n'offre d'autre résistance que la résistance ohmique de la bobine du self, y passe pour la plus grande part, tandis que le courant continu, arrêté par le condensateur de cette dérivation, traverse intégralement le récepteur. Il est même possible de monter plusieurs dérivations de ce genre, accordées pour des fréquences différentes, ce qui permet d'éliminer plusieurs courants perturbateurs.

Ce procédé s'applique sans difficulté aux lignes téléphoniques; celles-ci ne sont que peu troublées en général par les courants alternatifs, lorsqu'elles sont convenablement croisées et que leur isolement est satisfaisant, mais elles sont le siège de tensions désagréables pour les abonnés et le personnel des bureaux, et même dangereuses pour les ouvriers des lignes qui peuvent être précipités des poteaux sur le sol. En montant une dérivation constituée, comme il est dit plus haut, entre chaque fil et la terre, la ligne se trouve au potentiel de la terre pour le courant perturbateur, tandis que son isolement n'est que peu diminué pour le courant téléphonique dont la fréquence est beaucoup plus élevée : l'impédance de la dérivation pour le courant téléphonique est alors due tout entière à la réactance de la self.

Dans le cas d'une ligne à simple fil, qui est toujours beaucoup plus troublée qu'un circuit bifilaire, il est aisé de calculer cette dérivation, de manière que la résistance de la bobine de self soit inférieure au quart de celle du circuit de l'appareil protégé. Dans ces conditions, il ne passe plus que $\frac{1}{5}$ de l'intensité perturbatrice à travers le récepteur; on peut donc augmenter notablement le maximum admissible du courant perturbateur ou les limites dans lesquelles on peut tolérer les variations de fréquence.

On peut admettre, par exemple, les nombres suivants pour les divers éléments de la ligne télégraphique à protéger :

Résistance ohmique totale de la ligne et du système Morse récepteur, 7500 ohms.

Pile de ligne, 150 volts.

Impédance de chaque circuit perturbateur pour la fréquence perturbatrice (fréquence 25), 2200 ohms.

Résistance de la self de la dérivation, 500 ohms.

Avec ces données, on peut admettre une force électromotrice perturbatrice variant brusquement de 0 *à* 110 *volts, la fréquence pouvant varier de* 10 *pour* 100 *en plus ou en moins.*

ÉLECTRICITÉ. — *Machine à plan de référence électrique, propre à répéter une même translation donnée.* Note de M. A. **Guillet**, présentée par M. G. Lippmann.

1° Pour communiquer à un chariot des translations consécutives égales, on emploie deux moyens.

Le premier consiste à entraîner un écrou, sans temps perdu au cours de *rotations égales*, par une *vis parfaite*.

Le second consiste à observer les *franges d'interférence*, qui se produisent entre deux surfaces S et S′ l'une immobile, l'autre portée par le chariot, et à déplacer alternativement S et S′ de façon à produire l'apparition ou la disparition d'un même nombre de franges; le milieu interposé doit conserver un *indice constant* et la radiation homogène interférente une *période fixe*.

La *solution mécanique* est simple, mais exige un contrôle renouvelé de la vis; la solution *optique*, quelque forme que l'on choisisse (Fizeau, Michelson, Perot et Fabry) est d'une application délicate et exige un opérateur averti.

En principe, les nombreux phénomènes dont la mesure est liée à celle d'une longueur, par des lois bien connues, peuvent être utilisés, mais il en

est peu qui répondent aux conditions de précision et de sensibilité des méthodes mécanique et optique.

2° Je décrirai seulement une solution *électrique* que j'ai longuement étudiée et que je ne crois pas inférieure aux précédentes. Elle est fondée sur l'induction mutuelle de deux circuits [1].

Avec l'aide dévouée de M. Ch. Entressengle, j'ai construit une machine composée d'un bâti muni d'un guide le long duquel se meuvent deux chariots C_1 et C_2. Le chariot C_1, roulant sur billes, porte deux blocs arrêtés à la distance choisie, servant chacun de support à une bobine identique B. Le chariot C_2 porte de même une bobine b dont l'axe, parallèle au guide, coïncide avec l'axe commun des bobines B. Ces conditions ne sont à réaliser qu'approximativement par construction.

Le chariot C_1 est déplacé au moyen d'une vis micrométrique (qui intervient seulement par son action mécanique) par l'intermédiaire d'une vis tangente et d'une roue d'engrenage à 100 dents. Un tour de la vis tangente déplace le chariot de $\frac{1}{200}$ de millimètre. Le chariot C_2 est aussi déplacé à l'aide d'une vis micrométrique et par l'intermédiaire d'un système démultiplicateur de même ordre que le précédent.

Un *trieur par synchronisation* [2] ouvre et ferme périodiquement un circuit inducteur comprenant les bobines BB (par exemple) et envoie en même temps dans un galvanomètre les courants de même sens induits dans la bobine b.

Comme les bobines B, B sont excitées de façon à opposer leurs champs, il existe une position de la bobine b pour laquelle l'induction est nulle. Cette *position de référence* dans le système BB est invariable tant qu'on ne déplace pas les bobines BB, l'une par rapport à l'autre, et l'on peut imaginer que deux plans Π_1, Π_2 liés, l'un à C_1, l'autre à C_2, sont alors en coïncidence.

A un déplacement de x centimètres de la bobine b à partir de la position d'équilibre correspond une induction mutuelle Mi.

Voici, pour fixer *l'ordre de grandeur* de l'induction mutuelle, la valeur du coefficient M pour l'un des appareils que j'ai établis :

$$10^{-7}M = 1,66091\,x + 0,01\,x^3 - 0,00613\,x^5.$$

Il est à remarquer que M varie à peu près proportionnellement à x pour

---

(1) A. Guillet, *Mesure électrique des petites longueurs* (*Comptes rendus*, 2 mars 1908). — J. Villey, *Sur la mesure des déplacements très petits au moyen de l'électromètre* (*Comptes rendus*, 24 octobre 1910).

(2) A. Guillet, *Trieur par synchronisation* (*Comptes rendus*, 19 juin 1911).

les petits déplacements; ainsi pour

$x =$	$3^{mm},56$	$7^{mm},12$	$8^{mm},31$	$11^{mm},84$	$16^{mm},58$	$23^{mm},42$
$\frac{M}{x} \cdot 10^{-7} =$	1,662	1,664	1,665	1,668	1,674	1,687

Évidemment on fait varier la sensibilité en modifiant la distance δ des bobines BB.

Ainsi, dans l'une des machines, lorsque la distance

$$\delta_{mm} = 100 \quad 80 \quad 60 \quad 55 \quad 50 \quad 45 \quad 40$$

les déplacements ε de la bobine b, estimés en divisions de micromètre du microscope qui équilibrent une même induction mutuelle (μ), ont pour valeurs

$$\varepsilon = 11,03 \quad 11,30 \quad 11,88 \quad 12,62 \quad 13,45 \quad 18,12 \quad 23,1$$

3° Soit maintenant à reproduire p fois par translation un même déplacement x donné.

Par le jeu d'un commutateur, on met en série les circuits (I) BB d'une part et b d'autre part avec les circuits B′ et b' d'un groupe auxiliaire (II), de façon que les inductions en b et b' soient opposées et l'on règle la position de b' pour que

$$M + M' = 0.$$

Le galvanomètre étant ainsi ramené au zéro, on ne touche plus au groupe (II), désormais dépositaire de la période x à répéter.

La fidélité du trieur synchrone est telle qu'on peut exprimer un déplacement ε par le rapport des déviations du spot qui correspondent à ce déplacement et à x.

Isolant à nouveau le système (I), le chariot C_1 est déplacé vers C_2 de manière à ramener le galvanomètre au zéro; alors les deux plans Π_1, Π_2 se retrouvent en coïncidence. En répétant ces mêmes opérations plusieurs fois, on réalisera une translation totale telle que $u = px$.

Il est facile de déduire de l'équation (1) la précision avec laquelle la coïncidence Π_1, Π_2 est obtenue en se donnant le courant i (quelques centiampères), la fréquence n (100) des interruptions inductrices, et la sensibilité g du galvanomètre. La translation répétée x peut être une longueur optiquement relevée au microscope ou mieux par un procédé interférentiel.

La grande précision avec laquelle la coïncidence de référence Π_1, Π_2 est établie et la commodité de cette opération fondamentale sont les caractéristiques principales de la machine qui n'intervient que par sa *sensibilité*.

Cette machine se prête, après graduation (ou calcul si sa construction a été géométriquement combinée), à la mesure d'une induction mutuelle; aux diverses applications d'une machine à diviser; au contrôle et à la correction des vis micrométriques; à l'examen de la précision des pointés optiques, etc.

Les mêmes considérations s'appliquent aux angles.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Résistivité et thermoélectricité du tantale.* Note de M. H. **Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

Lorsqu'on détermine la résistivité d'un filament de tantale, on est frappé par les différences, assez sensibles, que présentent les résultats pour divers échantillons provenant de la même source.

J'ai examiné plusieurs échantillons, à des époques différentes, et j'ai obtenu les résultats suivants, que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie. Ces échantillons m'ont été gracieusement offerts par la maison Siemens et Halske, de Berlin, laquelle fabrique les lampes au tantale, comme on sait.

1° *Résistivité.* — J'ai opéré par la méthode du pont de Weathstone, à corde, chaque fil étant porté à des températures variables, de la température ambiante à 200° environ. J'ai ainsi repéré les résistances de $0^m,50$ de fil à cinq températures différentes; j'en ai déduit ensuite, par le calcul, et connaissant les dimensions de ce fil (longueur, section droite), la résistivité à 0° et les coefficients de température; par suite, la résistivité à $t°$.

Voici mes résultats, en microhms, pour trois échantillons pris au hasard:

A. $\rho_t = 14\ (1 + 0,0029\,t - 0,0000019\,t^2)$;

B. $\rho_t = 15,12(1 + 0,0022\,t + 0,0000091\,t^2)$;

C. $\rho_t = 16,38(1 + 0,0025\,t + 0,0000004\,t^2)$.

J'ai oxydé ensuite chaque fil étudié, en le traitant par la potasse pure à l'ébullition. J'ai pu reconnaître, dans le mélange d'oxydes obtenus ainsi, la présence du *niobium*, en quantité faible mais appréciable. Je n'ai pas dosé exactement la proportion de niobium, mais j'ai classé les trois échantillons par ordre de teneur décroissante en nobium : A, B, C.

Les résultats qui précèdent montrent que :

a. La résistivité croît avec la pureté du fil, en tantale;

b. Le principal coefficient de température croît avec la pureté du métal

(le métal A, légèrement oxydé, présente une allure un peu différente des deux autres).

2° *Thermoélectricité.* — J'ai fait un couple thermoélectrique avec chacun des fils (A, B, C) et un fil de platine pur; et j'ai déterminé les forces électromotrices de chaque couple, entre 0° et 400°, par la méthode des déviations, en employant des bains de températures connues; le galvanomètre Deprez-d'Arsonval, utilisé, était gradué en microvolts; chaque fil de tantale avait été bien recuit.

Voici les formules que j'ai déduites des résultats de mes expériences, pour le pouvoir thermoélectrique des trois couples, en microvolts, à t° centigrades :

A. $$\frac{dE}{dt} = 0,26 + 0,0048\,t;$$

B. $$\frac{dE}{dt} = 1,28 + 0,0068\,t;$$

C. $$\frac{dE}{dt} = 2,20 + 0,0246\,t.$$

Ces formules montrent que :

a. Le pouvoir thermoélectrique croît avec la pureté du tantale;

b. Le recuit augmente le pouvoir thermoélectrique (je l'ai vérifié avec le métal du couple C).

Le tantale C est plus pur que les deux autres; c'est le plus pur des échantillons examinés; il renferme des traces de carbone.

Dans l'échelle thermoélectrique, les métaux A et B se placent entre le platine et le palladium; le métal C, qu'on peut considérer comme du tantale à peu près pur, entre le palladium et le platine rhodié à 10 pour 100 de rhodium.

PHYSIQUE. — *Sur les variations de la conductibilité d'un corps phosphorescent sous l'action de la lumière.* Note de M. P. **Vaillant**, présentée par M. J. Violle.

Le corps étudié est le sulfure de calcium.

Deux feuilles d'étain collées sur une lame de verre laissent entre elles une fente rectiligne d'un demi-millimètre environ remplis de Ca S dont les grains sont maintenus en place par de la colle forte ordinaire. Ce système est suspendu entre deux glissières

conductrices à l'intérieur d'une chambre noire en ébonite de façon que le sulfure se trouve en regard d'une fente pratiquée dans la paroi. Cette chambre est elle-même placée dans le fond d'une chambre plus grande à l'autre extrémité de laquelle se trouve la source de lumière (lampe à incandescence) séparée de la fente par une épaisseur d'eau de 1^{dm} environ.

La résistance de la couche de sulfure dépend évidemment de son épaisseur. Dans les expériences faites, l'ordre de cette résistance a varié de 100 à 10000 mégohms.

Pour en évaluer les variations, on l'intercale, en même temps qu'un galvanomètre sensible, entre les pôles d'une batterie de 44 petits accumulateurs de 1 ampère-heure environ de capacité.

Un des effets du courant est de polariser la résistance. Cette polarisation, lente à produire, est extrêmement persistante. Pour en éliminer l'influence, on note la déviation du galvanomètre pour les deux sens du courant et on prend la moyenne. Comme d'autre part la déviation atteint assez rapidement un maximum, puis diminue du fait de la polarisation, on ne maintient le courant dans un sens déterminé que le temps nécessaire à l'établissement du maximum, soit une quinzaine de secondes.

Une autre circonstance à signaler est qu'en dehors de tout rayonnement, la résistance du sulfure augmente de façon continue. Pour le dernier système expérimenté la résistance a passé en six jours de

$$100\,R \text{ à } 191\,R,$$

R étant l'ordre du mégohm.

Mais ces variations de conductibilité sont sans effet sur les variations relatives que détermine l'énergie rayonnante. C'est ainsi que dans quatre déterminations où les conductibilités étaient à l'origine respectivement proportionnelles à

$$100 \qquad 91,6 \qquad 83,2 \qquad 69,9;$$

ces conductibilités sont devenues après 10 minutes d'éclairement (lampe de 5 bougies)

$$118,5 \qquad 196,5\times0,916 \qquad 119,3\times0,832 \qquad 119,1\times0,699.$$

L'augmentation de conductibilité que détermine l'énergie rayonnante n'est pas instantanée et il y a lieu de distinguer dans l'ensemble des variations résultant d'un éclairement de durée et d'intensité déterminées, trois périodes : 1° la période d'éclairement; 2° une période pendant laquelle la conductibilité continue à croître bien que l'éclairement ait cessé; 3° la période de décroissance de la conductibilité.

1. En cours d'éclairement, la conductibilité croît d'abord assez lentement, puis plus vite et à peu près linéairement, et à nouveau de moins en moins vite.

Lampes de 5 bougies.

Durée d'éclairement en minutes	0	1	2	5	10	15	20	25	30 ...	55	60
Conductibilité	100	100,4	101,0	105,5	119,3	135,6	151,8	167,3	182,1...	236,7	246,5
Variations successives				5,5	13,8	16,3	16,2	16,5	14,8...	»	9,8

Finalement, la conductibilité passe par un maximum, puis diminue lentement. Le maximum est atteint d'autant plus tard et est d'autant plus faible que l'éclairement est moins intense.

Lampe de 5 bougies, maximum (après 210 minutes)........ 328
Lampe de 16 bougies, maximum (après 70 minutes)........ 697

la conductibilité à l'origine étant toujours prise égale à 100.

2. Lorsque l'éclairement est supprimé, la conductibilité commence toujours par augmenter, même lorsque, par suite d'un éclairement prolongé, elle est en voie de décroissance. Elle croît jusqu'à un maximum, atteint d'autant plus vite et d'autant plus brusque que la durée d'éclairement a été plus longue. Pour une durée croissante d'éclairement, le quotient $\frac{(\delta c)_m}{t}$, où $(\delta c)_m$ est la variation relative maxima de conductibilité et t le temps d'éclairement, décroît d'abord, puis reste sensiblement constant et finalement diminue.

Lampe de 5 bougies									
	t (minutes)	1	2	3	5	10	20	60	210
	$\frac{(\delta c)_m}{t}$....	0,038	0,030	0,030	0,027	0,028	0,030	0,025	0,011

3. La période de décroissance de la conductibilité se compose elle-même de trois parties :

I. Période de descente brusque, d'autant plus brusque que la durée d'éclairement a été plus longue. Cette période ne dure que quelques minutes.

II. Période de décroissance régulière, beaucoup plus longue, pendant laquelle la conductibilité diminue (proportionnellement au temps si l'éclairement a été relativement court, proportionnellement au carré du temps si l'éclairement a été très prolongé), le temps étant compté du début de l'éclairement et non du commencement de la décroissance.

III. Période lente, pendant laquelle la résistance augmente lentement et irrégulièrement, sans que l'éclairement semble jouer aucun rôle.

Si un nouvel éclairement est produit avant que cette troisième période soit atteinte, la portion ascendante de la courbe des conductibilités n'est pas modifiée : la seule différence est que, pour retrouver la loi de décroissance régulière, il faut prendre pour conductibilité origine, non celle qui correspond au début de l'éclairement, mais une conductibilité plus petite.

Exemples de décroissances :

Éclairement de 20 minutes.....	t	28	30	40	50	60	90	120	180
Maximum atteint à la minute 26	$\delta c \times t$	16,8	17,5	17,4	17,4	17,2	17,2	18,7	21,9
Éclairement de 60 minutes.....	t	64	66	68	70	80	90	120	150	180
Maximum atteint à la minute 62	$\delta c \times t^2$	6140	6310	6470	6530	6340	6140	5640	4750	3610
Éclairement de 5 minutes succédant à un éclairement initial.	t	17	20	25	31	40	50	60		
Maximum atteint à la minute 14	$(\delta c \times 0{,}018)\,t$	25,6	29,8	29,5	30,3	29,9	25,6	19,2		

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité de l'éther pur.*
Note de M. J. Carvallo, présentée de M. E. Bouty.

M. Schröder, étudiant la conductibilité de l'éther, pense avoir obtenu ce liquide dans un état de pureté absolu ; il conclut de ses mesures que celui-ci est alors, comme l'eau pure d'après Kohlrausch, dans un état de dissociation partielle, et il assigne à la constante de dissociation de ce liquide la valeur 155.10^{-3}. Les expériences suivantes prouvent que le liquide préparé par M. Schröder n'était pas encore de l'éther pur :

Un récipient de verre de mêmes dimensions que celui employé par M. Schröder dans son expérience définitive (électrodes de platine : longueur 60^{mm}, largeur 8^{mm}, distance environ 3^{mm}) communique par un tube de verre sans masticages ni rodages, avec une ampoule qui permet de vider ou remplir à volonté le tube à électrodes. L'appareil fut rempli, une fois pour toutes, de la quantité d'éther nécessaire et scellé au chalumeau. Le liquide provenait d'une série de distillations fractionnées faites à l'abri de l'air (les premières sur du sodium), dans une série d'ampoules réunies à l'appareil de mesure par des canalisations entièrement en verre. L'appareil avait été au préalable soigneusement lavé et séché par un vide très poussé et prolongé.

Je me suis proposé de mesurer, comme l'a fait M. Schröder, le courant qui passe d'une électrode à l'autre, lorsqu'on établit entre elles une différence de potentiel connue. Les premières mesures montrèrent que le courant produit par une différence de potentiel de 1275 volts était incapable de faire dévier un galvanomètre à cadre mobile, de sensibilité seulement trois fois plus faible que celle du galvanomètre employé par M. Schröder. J'eus alors recours à un électromètre à quadrants (méthode de la vitesse de déviation) et fus amené à constater que le courant qui traverse réellement l'éther est du même ordre que les fuites dues aux défauts d'isolement

(1) J. Schröder, *Annalen der Physik*, t. XXIX, 1909, p. 125.

de l'appareil de verre. En améliorant autant que possible cet isolement, j'ai pu faire la mesure suivante :

Tension appliquée	425 volts
Courant de fuite, le tube étant vide et au moment où il va être rempli.	$0,28.10^{-10}$ amp.
Courant total au moment où le tube vient d'être rempli	$1,21.10^{-10}$
Le même courant total après 16 heures du passage du courant	$0,51.10^{-10}$

Le courant qui traverse l'éther est donc égal à $0,93.10^{-10}$ ampère au début de l'expérience, et diminue progressivement comme dans l'expérience de M. Schröder; mais le courant initial est ici 50 fois plus faible. Enfin la valeur minima 9.10^{-10} trouvée par M. Schröder pour l'éther supposé pur est encore 10 fois supérieur à celle du courant initial de mon expérience.

Il résulte de mes mesures qu'il est impossible d'étudier complètement la conductibilité de l'éther dans des appareils de verre. Divers essais d'isolement d'appareils semblables au précédent m'ont montré, en effet, que le courant de fuite est toujours très irrégulier et d'un ordre de grandeur voisin de 10^{-11} ampère pour 425 volts. En outre, les résidus diélectriques dus au verre empêchent de suivre la variation du courant en fonction de la tension. Il faudrait avoir recours à des appareils métalliques à isolements de paraffine, et ceux-ci présenteraient de gros inconvénients au point de vue de la préparation de l'éther très pur.

Enfin si l'on remarque que je n'ai pas chauffé les électrodes, comme l'avait fait M. Schröder, on pensera que les phénomènes attribués par lui à des matières occluses dans le platine sont vraisemblablement dus au défaut de pureté du liquide employé.

OPTIQUE. — *Sur l'emploi des prismes biréfringents pour obtenir des franges d'interférences.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

Les appareils qui, comme les miroirs de Fresnel, les demi-lentilles de Billet, etc., servent ordinairement à obtenir des franges d'interférences non localisées en lumière limitée, sont basés sur un principe commun : ils donnent, d'une même fente lumineuse S, deux images identiques, S′ et S″, réelles ou virtuelles, et réalisent, dans une région de l'espace, la superposition des deux faisceaux émanés de ces deux sources-images; ce sont des dispositifs *biréflecteurs* ou *biréfracteurs* dont les différentes parties sont

agencées de manière à rendre plus commode le réglage des deux images obtenues.

Dans le même ordre d'idées, j'ai cherché à utiliser les deux images que fournit avec une fente un prisme formé d'une substance biréfringente comme le quartz ou le spath et à observer leurs interférences; l'obstacle provenant du mode de polarisation différent des deux images est évité en intercalant un polariseur et un analyseur convenablement orientés.

On peut prendre par exemple un prisme de quartz de 30° (ou même de 60°) dont l'arête soit parallèle à l'axe; si la fente est éclairée par une lumière homogène, en plaçant une loupe dans la région où l'œil aperçoit les deux images distantes l'une de l'autre de quelques minutes d'arc et en visant dans leur direction, on aperçoit des franges d'interférences: avec la lumière blanche, les deux spectres obtenus produisent des systèmes superposés dont la visibilité et le chromatisme donnent lieu à des remarques intéressantes.

Dans tous les cas, si l'on déplace transversalement le prisme, ce qui ne change pas en apparence la position des images S′ et S″, on constate que les franges sont entraînées par ce mouvement de translation; ce phénomène prouve, comme je l'ai montré antérieurement à propos du biprisme (*Comptes rendus*, février 1895), qu'il ne suffit pas d'envisager la position des images S′ et S″, mais qu'il faut en outre affecter les rayons qui en émanent d'un retard variable avec la direction considérée et avec les épaisseurs de substances réellement traversées; cette circonstance provient en somme de ce que les images fournies par un prisme ne sont pas des foyers *tautochrones*.

Le prisme de 60° en quartz, fournissant des images plus écartées que celui de 30°, donne naturellement des franges plus fines; le spath se comporte de même par rapport au quartz.

Comme il a été dit, les franges obtenues dans ces conditions ne sont pas localisées et s'aperçoivent dans tout le champ commun; cette absence de localisation peut être rattachée à la théorie générale de Macé de Lépinay et de Fabry [1]; en les observant de plus en plus près du prisme, elles finissent par dessiner les lignes d'égale épaisseur (ou d'égal retard) de la substance, ce qui permet de prévoir d'une autre façon leur variation de largeur; ce phénomène peut être alors considéré comme une généralisation de celui qu'on envisage dans l'étude de la polarisation chromatique, lorsque l'angle du prisme tend vers zéro et qu'en même temps la source S s'éloigne indéfiniment, de façon à donner un faisceau parallèle; les lignes d'égale

(1) *Journal de Physique*, 1890 et 1891.

épaisseur deviennent de plus en plus larges et les franges se transforment en teintes plates dont la variation est liée aux variations d'épaisseur; l'absence de limitation dans le faisceau éclairant entraîne la localisation dans la lame cristalline conformément à la théorie générale (Fabry).

Au lieu d'un prisme de quartz dont l'arête est parallèle à l'axe, on peut employer un prisme de 30° ou de 45° dont l'axe soit contenu dans la section droite suivant la ligne que suit le rayon lumineux; c'est alors la biréfringence circulaire qui intervient (dispositif de Fresnel, de Cornu), biréfringence généralement beaucoup plus faible que la précédente; les franges sont donc d'autant plus larges, ce qui provient à la fois du moindre écartement des images apparentes et de la plus faible valeur du retard; le phénomène se rattache cette fois à la polarisation rotatoire et les indications données plus haut peuvent être reproduites.

On peut enfin, comme je l'ai fait également, employer le triprisme de Fresnel, dont la biréfringence produit des effets analogues, mais cet appareil plus complexe permet d'obtenir de multiples phénomènes qui méritent d'être décrits séparément.

PHYSIQUE. — *Sur le phénomène de Magnus.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. L. Lecornu.

Magnus a constaté, vers 1853, que l'action produite par le vent d'une soufflerie, dirigé normalement contre un cylindre de révolution animé d'un mouvement de rotation rapide, est une force oblique, dont la composante perpendiculaire à la direction du courant tend à chasser le cylindre du côté où sa paroi se meut dans le sens du vent.

Cet effet, qui a d'ailleurs permis à ce savant de donner le premier une explication correcte de la déviation des projectiles, n'a pas un sens aussi constant qu'on le pensait et, en novembre 1910, j'ai établi qu'il pouvait être inversé.

Cette inversion se produit toujours, lorsque la surface du cylindre tournant est bien lisse et le vent animé d'une vitesse suffisante.

Dans une précédente Note [1], j'ai donné quelques indications numériques destinées à fixer les idées sur l'ordre de grandeur des effets obtenus avec un cylindre de $7^{cm},2$ de diamètre, pour diverses vitesses du vent et pour des

---

[1] *Comptes rendus*, 14 novembre 1910.

rotations que je ne pouvais guère pousser au delà de 3000 tours par minute.

L'appareil dont je disposais pour réaliser ces premiers essais n'était pas en effet assez soigné pour pouvoir sans danger atteindre de grandes vitesses de rotation ; de plus, il ne se prêtait qu'à la mesure de la composante transversale.

J'ai pu reprendre récemment l'étude de ce phénomène avec un dispositif beaucoup plus parfait, qui permet de faire tourner le cylindre à plus de 10000 tours par minute et de déterminer simultanément la valeur et l'orientation de la poussée totale R.

L'orientation de cette force est caractérisée par l'angle φ dont elle est inclinée sur la direction du vent, angle que je considère comme positif lorsque la composante transversale de R est dirigée dans le sens indiqué par Magnus.

Le cylindre mis en mouvement par un moteur à champ tournant monté sur le même arbre est disposé suivant le diamètre vertical d'un cadre rectangulaire, qui est suspendu à la cardan de manière à laisser l'axe commun à tout le système, libre d'osciller dans toutes les directions autour de la verticale. La réaction des couteaux de la suspension empêche le cadre de prendre un mouvement de rotation inverse de celui qui est communiqué au cylindre. Les bras du cadre et le moteur sont naturellement mis à l'abri du vent et des remous.

Une tige cylindrique fixée au-dessous de l'appareil sert à matérialiser le prolongement de son axe vertical; le cylindre étant au repos, on centre par rapport à cette tige une bague circulaire qui lui permet un certain jeu et fait corps avec un cercle gradué horizontal fixé sur un support indépendant. Lorsque le vent frappe le cylindre tournant, la tige se décentre et on la ramène à sa position primitive en la tirant avec un fil souple; il est par suite nécessaire, pour atteindre ce but, de donner à ce fil une direction parallèle à R; l'orientation φ se trouve alors déterminée par une lecture sur le cercle gradué. On obtient la valeur de R en multipliant, par le rapport de bras de levier faciles à mesurer, l'effort indiqué par un dynamomètre fixé à l'extrémité du fil.

Enfin le réglage de la vitesse de rotation du cylindre s'obtient en agissant sur celle du rotor du générateur triphasé, qui est connecté avec le moteur à champ tournant ; une méthode stroboscopique permet de connaître cette vitesse et, par une manœuvre simple, on peut la maintenir constante pendant toute la durée d'une mesure.

Les résultats obtenus au cours de mes nouvelles expériences confirment et complètent les faits annoncés dans la Note rappelée ci-dessus. Avec un cylindre en aluminium lisse, de 35^{cm} de haut et 10^{cm} de diamètre, exposé à un vent de 18^{m} par seconde, par exemple, l'inversion de l'effet Magnus se manifeste dès que le corps se met à tourner; à mesure que la vitesse de rotation augmente, on constate que l'angle φ décroît jusqu'à la valeur mini-

mum $-11°$, puis augmente jusqu'à $0°$, devient positif et croît ensuite assez rapidement jusqu'au maximum $57°$; au delà il diminue lentement et semble tendre vers une valeur asymptotique voisine de $45°$.

Ce sont ces dernières particularités, fort curieuses, de l'effet Magnus proprement dit, qui avaient échappé à mes premières investigations, faute de pouvoir pousser assez loin les vitesses de rotation.

Pour des vitesses de vent plus grandes, la zone d'inversion s'étale et le minimum de φ s'abaisse; mais lorsque, pour une rotation suffisante, φ redevient positif, la valeur maximum atteinte reste à peu près la même; enfin, autant qu'on peut le présumer par une extrapolation toujours risquée, il paraît en être de même de la valeur asymptotique $\varphi = 45°$, vers laquelle cet angle paraît redescendre au delà de son maximum.

Pour des vents faibles, l'inversion du début finit par disparaître et l'effet direct se produit presque tout de suite, puis croît suivant les mêmes lois que précédemment.

La mesure de R a également conduit à des résultats dignes de remarque. Pour une vitesse de vent donnée, *tant que les rotations réalisées correspondent à la région d'inversion* ou à des effets directs pour lesquels φ ne dépasse pas une dizaine de degrés, on constate que R conserve sensiblement la même valeur que si le cylindre était au repos. Les vitesses de rotation continuant à croître, la force R augmente et atteint assez rapidement 3,5 à 4 fois sa valeur initiale, puis se maintient ensuite constante, autant, du moins, qu'il est possible d'en juger par des expériences poussées jusqu'à 11000 tours par minute.

La possibilité de quadrupler et d'incliner à $45°$ la poussée que le vent exerce sur un cylindre, en imprimant à ce corps un mouvement de rotation rapide, me paraît être un fait remarquable, digne d'appeler l'attention des physiciens sur l'influence profonde que peut avoir le frottement superficiel des corps en mouvement sur la résistance qu'ils éprouvent dans l'air.

Dans le cas du phénomène de Magnus, les moindres modifications de la surface du cylindre entraînent, comme je l'ai déjà signalé, des changements notables d'intensité de l'effet inverse.

Pour un même vent et une même vitesse de rotation, l'inversion s'affaiblit lorsqu'on recouvre le cylindre avec une feuille de papier à dessin; quelques stries tracées sur ce papier avec la pointe d'un canif produisent un affaiblissement plus marqué; quand les irrégularités augmentent suffisamment, l'inversion cesse.

Au contraire, la valeur maximum de l'effet direct et la valeur asympto-

tique vers laquelle il paraît tendre pour des rotations très rapides varient relativement peu, lorsqu'on recouvre la surface lisse avec une enveloppe franchement rugueuse.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la figuration des lignes équipotentielles dans un électrolyseur.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. A. Haller.

Les lignes de force d'un champ magnétique peuvent être matérialisées au moyen des fantômes magnétiques qui rendent de grands services dans l'étude des pièces aimantées. Par analogie, on représente quelquefois de la même façon les lignes de courant traversant un électrolyseur; mais, jusqu'à présent, aucune méthode ne permettait de montrer d'une façon tangible la répartition de ces lignes de courant.

Dans les expériences de Nobili et de Guébhard, certaines figurations étaient obtenues au moyen d'anneaux colorés formés par le peroxyde de plomb, mais elles ne s'appliquaient qu'à des cas très particuliers et représentaient, non les lignes de courant de l'électrolyseur, mais les amorces de ces lignes de courant, dont on peut également se faire une idée en examinant certains dépôts cathodiques ou certaines anodes solubles.

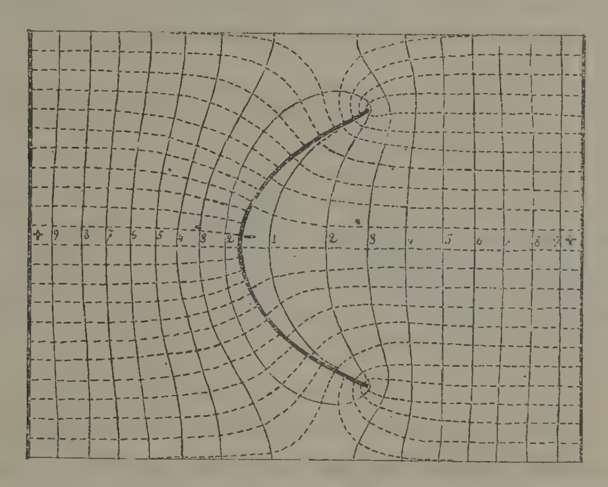
Il était intéressant de rechercher une méthode permettant de représenter exactement les lignes de courant ou, ce qui revient au même, les lignes équipotentielles d'un électrolyseur.

Pour simplifier le problème, il faut, comme dans le cas des fantômes magnétiques, ramener cette figuration à un plan. Le plus simple est alors d'employer comme électrolyseur une cuve plate et des électrodes en occupant toute la hauteur. Les surfaces équipotentielles seront analogues à des rubans perpendiculaires à la surface horizontale du liquide et ayant, par conséquent, la hauteur de la couche; leurs éléments seront verticaux et la projection horizontale de chaque surface équipotentielle sera une ligne facile à représenter.

Pour cela il suffit de relier, par l'intermédiaire d'un instrument de mesure à zéro, une sonde plongeant verticalement dans le liquide, avec un potentiomètre réuni aux bornes de l'électrolyseur. Pour l'application de cette méthode, nous avons employé le dispositif suivant en ayant recours à l'opération du cuivrage qui se fait remarquer par sa régularité et sa simplicité :

L'appareil est formé d'une cuvette photographique en verre, à fond bien régulier et transparent. Elle est remplie, sur une épaisseur de 3^{cm} à 4^{cm}, avec la solution acidulée de sulfate de cuivre employée pour les coulombmètres (150^{g} de sulfate

de cuivre cristallisé et 50g d'acide sulfurique par litre). La sonde formée d'un fil de cuivre ne sera traversée par aucun courant, lorsque le rapport des deux chutes de potentiel, qu'elle présente vis-à-vis des électrodes, sera le même que celui des résistances des deux branches du potentiomètre. Comme instrument de mesure à zéro, nous avons fait usage, au début, de l'électromètre à quadrant (modèle Curie, méthode de Kelvin); mais nous avons reconnu qu'en utilisant des courants dont l'intensité est de l'ordre de grandeur de celle utilisée dans la pratique (environ 1 ampère par décimètre carré), on peut employer un galvanomètre Deprez-d'Arsonval dont le montage est beaucoup plus simple. En déplaçant la sonde de manière



que l'instrument reste constamment au zéro, on décrit ainsi la courbe équipotentielle correspondant au point choisi du potentiomètre. Il est facile de repérer un certain nombre des points de cette courbe en plaçant sous la cuvette une feuille de papier quadrillé.

Pour construire le réseau des lignes équipotentielles correspondant à une opération déterminée, on divise la résistance du potentiomètre en un certain nombre de parties égales, 10 par exemple, ce qui permet d'obtenir ainsi les neuf lignes du réseau. On peut déterminer certains points singuliers intéressants qui en faciliteront la construction; de même, la direction, en certains points, est tout indiquée. Tous les points ainsi obtenus sont ensuite repérés sur une feuille de papier quadrillée, ce qui permet, après avoir déterminé les nouveaux points jugés nécessaires, d'établir successivement chaque courbe du réseau.

Quant aux lignes de courant, il est facile de les représenter. Elles sont, en effet, perpendiculaires aux lignes équipotentielles et d'autant plus rapprochées que celles-ci sont plus resserrées.

Nous donnons un réseau de lignes équipotentielles ainsi obtenu (voir la figure).

Ces représentations sont très intéressantes pour l'industrie de la galvanoplastie et des dépôts électrochimiques, elles permettent de se rendre compte de la position relative à donner aux anodes et aux objets à recouvrir. Dans les cas complexes, on pourra supposer l'électrolyseur coupé par un certain nombre de plans parallèles et opérer de la même façon. Toutefois, les figurations ainsi obtenues ne seront que très approximatives, les lignes de courant suivant le chemin de plus faible résistance et s'influençant les unes les autres.

Pour réaliser une représentation exacte, il serait nécessaire de prendre l'appareil d'électrolyse lui-même et, dans une cuve de verre formée de glaces parallèles, placer anodes et cathodes. La sonde se déplacerait, d'autre part, sur un jeu de réglettes graduées verticales et horizontales et l'on pourrait ainsi, pour chaque tranche de l'électrolyseur, opérer comme nous l'avons indiqué. Cette méthode permettrait de reproduire l'ensemble des lignes équipotentielles et par conséquent des lignes de courant dans un système anode-cathode quelconque.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de l'osmose.* Note de M. **Eugène Fouard**, présentée par M. E. Bouty.

La diffusion des molécules dissoutes à travers les membranes osmotiques comporte-t-elle une cause d'erreurs dans l'osmométrie des sels ? Selon M. Henri, une couche externe de solution saline, adhérente au septum, se formerait ainsi, modifiant, pendant la mesure, le jeu des forces osmotiques. Pour M. Girard, le collodion des membranes employées dans nos recherches serait toujours acide, chargé superficiellemeut d'ions H_+; le liquide adhérent, portant des charges électriques du signe opposé, serait osmosé, grâce à une différence de potentiel entre les deux faces de la membrane, en contact avec deux solutions distinctes. Les faits suivants, concernant le mécanisme de l'osmose, établis avec la collaboration de M. de Tonnay-Charente, montrent que ces causes d'erreurs n'existent pas.

I. L'osmose électrique d'une eau distillée pure, à travers une membrane de collodion, décèle, contrairement à l'hypothèse, une charge négative extrêmement minime de cette paroi, identique à celle de tout filtre en cellulose, sans aucune importance dans ces recherches.

II. Si l'on remplit une cellule osmotique neuve d'une solution organique ou saline, le titre de celle-ci décroît progressivement jusqu'à un taux définitif. Si, à diverses époques de ce contact, on effectue une mesure osmométrique, en renouvelant le liquide interne, on obtient des valeurs décroissantes jusqu'à un nombre constant représentant, aussi bien pour un composé organique pratiquement non diffusible que pour les sels KCl, $CuSO^4$, leur poids moléculaire chimique exact, en solution étendue.

Par conséquent, une absorption progressive des molécules dissoutes, qui dure plusieurs jours, s'accomplit dans le granule colloïdal, aboutissant à un équilibre de saturation. Ce rôle de l'absorption se manifeste nettement lorsqu'on suit les variations osmotiques d'une dissolution très étendue de sucre, dès l'instant où on l'introduit dans une cellule à membrane neuve, plongée dans l'eau pure. On devrait s'attendre à ce que la vitesse de variation de volume, maximum au début, tendît vers zéro à mesure qu'on s'approche de l'équilibre définitif. Or voici ce qu'on observe : après une augmentation de volume de quelques millièmes de centimètre cube, durant quelques minutes, le courant osmotique s'arrête pendant plusieurs heures, puis s'engage, très lentement ; si la membrane a été préalablement formée, ou si la solution est plus concentrée, on n'observe plus cet arrêt, dû évidemment à ce que l'absorption, plus rapide que la diffusion, crée dans la zone de la membrane un vide relatif en molécules dissoutes.

III. La formation d'une membrane par simple remplissage interne est identique à celle qu'on réalise par immersion totale, en épongeant seulement la surface extérieure avec du papier buvard, à l'instant d'une mesure; on obtient, en effet, dans les deux cas, la même valeur moléculaire. Cependant, dans le second, la couche extérieure de solution, fixée par l'effet de la tension superficielle, existe bien, avec une densité maxima en molécules dissoutes; l'influence aberrante d'une diffusion progressive, selon M. Henri, ne peut être qu'inférieure à celle qu'on observerait ici, et nous voyons qu'elle est nulle. De plus, les deux faces de la membrane saturée, imprégnées de la même couche capillaire, sont au même potentiel ; dans ces conditions, le champ électrostatique conçu par M. Girard, pour le cas de deux couches distinctes, n'existe pas.

IV. Si, selon M. Girard, l'erreur est maxima lorsque nous opposons osmotiquement un électrolyte au sucre, elle sera réduite dans l'opposition de deux électrolytes, ce qui pourra infirmer nos premières conclusions. Comparons donc les deux sels KCl et K^2SO^4; nous obtenons deux solutions

osmotiquement équivalentes aux titres suivants $C_{KCl} = 0,645$ et $C_{K^2SO^4} = 0,581$. A ces dilutions, les poids méculaires sont $m_{KCl} = 40$ et $m_{K^2SO^4} = 75,5$, conformément à la théorie des ions; selon nos premières expériences, ils seraient $m_{KCl} = 85$ et $m_{K^2SO^4} = 75,5$ (le K^2SO^4 seul ayant une courbe osmométrique identique à celle d'Arrhénius).

Or en prenant $m_{KCl} = 40$, la proportion $\frac{m_{KCl}}{C_{KCl}} = \frac{m_{K^2SO^4}}{C_{K^2SO^4}}$ conduit, dans l'expérience actuelle, à une valeur de $m_{K^2SO^4}$ égale à 36,2; en prenant $m_{KCl} = 85$, on obtient $m_{K^2SO^4} = 76,5$. Dans le premier cas, la valeur 36,2, obtenue pour le K^2SO^4 en supposant le sel KCl dissocié en ions, est inacceptable : elle est, en effet, très inférieure au minimum possible $58,1 = \frac{K^2SO^4}{3}$ correspondant à la dissociation totale en 3 ions, à dilution infinie. Par contre, la seconde vérification (76,5 au lieu de 75,5) est entièrement conforme à nos précédents résultats et ne montre, par suite, aucune divergence prévue par M. Girard.

L'équilibre osmotique observé d'ailleurs dans cette expérience n'est pas fictif, momentané : notre osmomètre équilibré étant abandonné pendant 4 jours, l'équilibre ne change pas. Cependant la diffusion se poursuit ; sur 581^{mg} de K^2SO^4, 368^{mg} sont osmosés, et de même, en sens inverse, 450^{mg} de KCl, mais, de plus, le rapport $\frac{368}{450}$ des deux masses diffusées est sensiblement égal à celui des poids moléculaires osmométriques $\frac{75}{85}$; pendant la diffusion, les deux solutions seraient ainsi demeurées équimoléculaires.

V. Ces diverses expériences montrent que l'organe essentiel de la fonction osmotique est le granule colloïdal, saturé par une absorption lente et progressive ; c'est seulement lorsque celle-ci est accomplie que l'osmométrie aboutit, nous l'avons vu, à un résultat défini physiquement ; celui-ci est alors indépendant de la nature des précipités membraneux, et aussi de la diffusion, dans la durée d'une mesure.

Il résulte de là que l'interprétation donnée aux coefficients d'isotonie de de Vries est erronée. Ces nombres, on le sait, sont les concentrations c de diverses solutions, dites *cinétiquement équimoléculaires*, telles qu'une cellule végétale immergée y conserve un protoplasme invariable, dans le temps très court de l'observation, 15 à 30 minutes. On suppose ainsi que la relation osmotique a lieu entre la solution employée et ce protoplasme; or, celui-ci est en contact avec un liquide tout différent, situé entre les deux membranes de la cellule, issu de la solution externe qui a subi, en traversant

l'enveloppe extérieure, une absorption d'autant plus intense qu'elle est à son début. Ce liquide réellement isotonique a un titre c' fort différent de c, et le rapport $\frac{c}{c'}$ est variable avec la nature du corps dissous. L'adoption de ce titre c, au lieu de c', taux inconnu, est donc absolument inexacte.

La même cause d'erreur peut atteindre l'interprétation de M. Girard, selon laquelle une solution de sucre, hypertonique par rapport à celle de carbonate de soude qu'il lui oppose osmotiquement, au contact d'une membrane non saturée, serait entraînée cependant vers cette dernière dans une osmose anormale.

Les hypothèses de MM. Girard et Henri ne modifient donc pas le sens de nos diverses observations.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure europeux.* Note de MM. **G. Urbain** et **F. Bourion**, présentée par M. A. Haller.

Dans des Communications précédentes ([1]), l'un de nous a montré qu'on pouvait commodément préparer les chlorures anhydres du groupe des terres rares, par action du protochlorure de soufre S^2Cl^2 sur les oxydes correspondants; on est ainsi conduit à des chlorures du type MCl^3, quel que soit l'oxyde utilisé; or, quand on applique ce procédé à l'europium, on constate qu'il est en défaut; car, en achevant la réaction à la température de fusion comme pour les autres chlorures, on obtient après refroidissement une masse noire, fondue, d'apparence amorphe, se dissolvant dans l'eau sans bruit et sans résidu. Le poids de chlorure ainsi obtenu varie d'ailleurs d'une expérience à l'autre, et il est toujours notablement inférieur à celui qui correspond à une transformation quantitative de l'oxyde en chlorure $EuCl^3$; dans les divers essais, l'écart a varié de 2,54 à 8,27 pour 100; du reste l'analyse du produit montre qu'il y a un déficit en chlore, puisque dans un essai particulier on a trouvé un pourcentage en chlore de 37,37 au lieu de 41,20, calculé pour $EuCl^3$. Cet écart ne pouvait être attribué à la formation d'un peu d'oxychlorure, puisque tous les oxychlorures du groupe des terres rares sont insolubles dans l'eau. Il ne pouvait être dû qu'à la présence d'un sous-chlorure à côté du chlorure $EuCl^3$.

([1]) F. Bourion, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 170; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XXI, p. 62.

Pour obtenir le chlorure europique $EuCl^3$, il faut achever la réaction à une température nettement inférieure à la température de fusion du chlorure.

Nous avons alors étudié d'une façon systématique les circonstances de formation de ce sous-chlorure, sa composition et quelques-unes de ses propriétés.

Par le procédé précédent, il est difficile de transformer complètement l'oxyde en chlorure $EuCl^3$. Pour préparer commodément le chlorure europique $EuCl^3$, nous avons alors déshydraté le chlorure hydraté préalablement desséché à 100°, dans un courant de chlore et de bichlorure de soufre, en élevant graduellement la température et en ayant soin d'éviter la fusion. On obtient ainsi de fines aiguilles jaunes, visibles à la loupe, et identiques au produit qui avait été décrit.

Dans une expérience particulière, en amenant rapidement à fusion le chlorure une fois formé et refroidissant aussitôt, on a obtenu un corps noir en certains points, et jaune en d'autres régions; ces parties jaunes, formées par le chlorure europique inaltéré, se présentaient en cristaux bacillaires courts, comme les chlorures décrits par l'un de nous du groupe cérique et ceux de gadolinium et de terbium, qui suivent immédiatement l'europium dans la série des éléments rangés par ordre de poids atomique croissant; ainsi, au point de vue de l'apparence cristalline, il y a continuité entre le groupe cérique et le groupe yttrique, comme pour les autres propriétés.

Pour préparer le chlorure europeux nous avons alors réduit, par l'hydrogène, le chlorure europique $EuCl^3$: nous avons observé un arrêt bien net pour une composition du résidu correspondant à $EuCl^2$. La réduction, suivie par le dégagement de gaz chlorhydrique, commence à 270°-275°; mais en opérant à 400°-450°, elle est assez rapide pour que, avec un courant de 1 à 2 bulles par seconde, on puisse en 2 ou 3 heures réduire de 6^{dg} à 7^{dg} de substance. Voici les résultats correspondant à trois essais particuliers :

Perte de poids pour 100.			
Observée.			
1.	2.	3.	Calculée.
13,73	14,01	13,86	13,73

L'analyse du résidu 1 a d'ailleurs donné :

	Cl pour 100.		Eu pour 100.	
	Observé.	Calculé pour $EuCl^2$.	Observé.	Calculé pour $EuCl^2$.
1.	31,80	31,84	67,73	68,16
2.	31,94	»	»	»

Nous pensions pouvoir préparer le chlorure europeux en une seule opération, par action du protochlorure de soufre sur l'oxalate d'europium, à la faveur de l'oxyde de carbone provenant de la décomposition de l'oxalate; nous n'avons obtenu ainsi qu'un mélange de chlorure europeux et de chlorure europique.

D'ailleurs le chlorure europeux ne semble pas réductible au rouge en un chlorure inférieur.

Le chlorure europeux $EuCl^2$ est un corps blanc, d'apparence amorphe, se dissolvant dans l'eau froide sans bruit, en donnant une solution à peine opalescente, neutre aux réactifs colorés. Cette solution très étendue (au millième) peut être conservée sans altération; à ce degré de dilution, elle n'est oxydée à froid ni par l'iode, ni par l'acide nitrique, ni même à 100° par ce dernier réactif.

Si l'on concentre cette solution à 100°, elle subit une décomposition correspondant à l'équation

$$12\,EuCl^2 + 3\,O^2 = 8\,EuCl^3 + 2\,Eu^2O^3.$$

Dans le même ordre d'idées, nous avons essayé de préparer l'oxyde europeux EuO en réduisant par l'hydrogène l'oxychlorure $EuOCl$; nous avons alors préparé cet oxychlorure, jusque-là inconnu, par action vers 600° de l'air sec, sur le chlorure europique; cet oxychlorure est un corps blanc, insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides forts, rapidement à chaud.

Soumis à l'action de l'hydrogène au rouge, il a éprouvé une variation de poids insignifiante.

Un sous-chlorure du type MCl^2 avait déjà été obtenu dans ce groupe par M. Matignon [1] en réduisant le chlorure samarique par des réducteurs variés; en particulier avec l'hydrogène, la réduction se produit très lentement au rouge, c'est-à-dire à température beaucoup plus élevée que pour l'europium; sa solution est également plus instable que celle du chlorure europeux, car elle réduit lentement l'eau à la température ordinaire.

On sait que les sels normaux du groupe des terres rares correspondent à la trivalence des éléments et que, parmi les oxydes plus oxygénés que les sesquioxydes, seul, l'oxyde cérique CeO^2 est salifiable.

L'obtention du chlorure samareux $SmCl^2$ par M. Matignon et celle du chlorure europeux $EuCl^2$ que nous venons de réaliser montrent l'existence, dans ce groupe, de protosels; et pour l'europium, cette série est à la fois plus stable et plus aisée à réaliser que pour le samarium.

Il n'est pas inutile de rapprocher l'existence de ces protosels du fait que la solubilité du nitrate double magnésien de bismuth est comprise entre celles des nitrates doubles magnésiens de samarium et d'europium, ce qui a permis

---

(1) C. MATIGNON, *Comptes rendus*, t. 142, p. 276, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. VIII, p. 417.

à l'un de nous [1], en collaboration avec M. Lacombe, de séparer en quelques fractionnements l'europium du samarium et d'arrêter le groupe cérique au samarium et de commencer le groupe yttrique à l'europium.

Notre étude sera complète, lorsque nous aurons étudié la dissociation du chlorure europique, précisé les limites de stabilité du chlorure europeux, et préparé, s'il est possible, des sels europeux d'un autre genre.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les indices de réfraction des cristaux liquides mixtes.* Note de M. **P. Gaubert**, présentée par M. Wallerant.

Dans un travail précédent [2], j'ai fait remarquer que les lois déterminant la valeur des indices de réfraction des mélanges isomorphes ne s'appliquent pas aux cristaux liquides. En effet, l'addition de *p*-azoxyphénétol, dont les cristaux liquides sont positifs, à ceux du propionate de cholestérine négatifs, élève beaucoup la biréfringence de ces derniers. Le but de cette Note est d'indiquer quelques-uns des résultats auxquels m'ont conduit les recherches exécutées pour préciser ce fait inattendu.

J'ai déterminé, par le procédé que j'ai déjà indiqué, les indices de réfraction des cristaux liquides de quelques éthers-sels de la cholestérine, mélangés soit entre eux, soit à des substances fondues isotropes, soit à des liquides anisotropes très biréfringents et positifs (flamme du sodium).

1° *Mélanges contenant des substances isotropes.* — La mesure des indices montre qu'une petite quantité ($\frac{1}{20}$) de cholestérine, d'acide caprinique, de diphénylamine, de cétine, etc., élève la biréfringence des propionate, benzoate, acétate, caprate de cholestérine, alors qu'une plus forte proportion ($\frac{1}{5}$) la diminue. Ce fait explique les variations de la biréfringence des composés de la cholestérine, ayant des origines diverses ou chauffés à des températures différentes et par conséquent inégalement altérés.

2° *Mélanges des différents éthers de la cholestérine.* — Les mélanges des cristaux négatifs se font habituellement en toute proportion et certains d'entre eux restent pendant longtemps liquides à la température ordinaire, aussi la phase positive des mélanges contenant du caprate ne se produit pas. A cause de cette surfusion, la valeur des indices de réfraction peut atteindre une valeur beaucoup plus grande que celle des corps purs.

Les résultats obtenus par la mesure des indices d'un grand nombre de mélanges, d'acétate, de propionate, de benzoate et de caprate (phase négative) ont montré (en tenant naturellement compte de la température), que la biréfringence observée est un

---

[1] G. Urbain et H. Lacombe, *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 84 et 627.

[2] P. Gaubert, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 573.

peu plus élevée que celle qui est calculée avec les indices des corps purs. Il semble donc qu'on a un phénomène analogue à celui que l'on constate dans les cristaux mixtes de certains composés isomorphes qui sont biréfringents alors qu'isolés et purs ils sont isotropes.

3° *Mélanges avec des cristaux liquides très biréfringents et positifs.* — Les éthers-sels de la cholestérine à l'état liquide cristallin ne peuvent dissoudre qu'une faible quantité de *p*-azoxyanisol [1], de *p*-azoxyphénétol, d'anisaldasine, etc. Les propionate, benzoate, acétate, caprate (phase négative) contenant la même quantité de matière étrangère montrent à peu près la même élévation de leur biréfringence. Le Tableau suivant montre quelques-uns des résultats obtenus avec le caprinate de cholestérine mélangé à une petite quantité de *p*-azoxyanisol et de *p*-azoxyphénétol :

	T_0.	N_g.	N_p.	$N_g - N_p$.	
Caprinate pur......	75°	1,492	1,478	0,014	Négatif
	80°-60°	1,524-1,527	1,481-1,482	0,043-0,046	Positif
Anisol $\frac{1}{80}$..........	75°	1,497	1,476	0,021	Négatif
	70°-50°	1,530-1,539	1,480-1,486	0,050-0,053	Positif
Anisol $\frac{1}{40}$..........	75°	1,502	1,481	0,022	Négatif
	70°-45°	1,534-1,544	1,482-1,487	0,052-0,057	Positif
Anisol $\frac{1}{20}$..........	70°	1,511-1,516	1,481-1,483	0,030-0,033	Négatif
	60°-35°	1,554-1,559	1,484-1,487	0,070-0,072	Positif
Anisol $\frac{1}{10}$..........	65°-40°	1,519-1,530	1,486-1,490	0,033-0,040	Négatif
Phénétol $\frac{1}{80}$	75°	1,496	1,476	0,021	Négatif
	68°	1,527	1,478	0,049	Positif
Phénétol $\frac{1}{40}$	72°	1,501	1,479	0,021	Négatif
	65°-40°	1,530-1,535	1,481-1,482	0,049-0,053	Positif
Phénétol $\frac{1}{20}$	70°	1,503	1,480	0,023	Négatif
	60°-35°	1,540-1,550	1,481-1,487	0,059-0,063	Positif
Phénétol $\frac{1}{10}$	70°	1,506-1,515	1,481-1,485	0,024-0,030	Négatif
	60°-30°	1,542-1,555	1,482-1,486	0,060-0,069	Positif

---

(1) Les indices de réfraction des cristaux liquides très biréfringents peuvent être évalués approximativement de la manière suivante : l'indice ordinaire n_p et l'indice du liquide non biréfringent sont mesurés avec le réfractomètre à réflexion totale. L'indice médian N du liquide anisotrope est calculé au moyen de l'indice n du liquide isotrope en tenant compte des densités des deux liquides. L'indice du rayon extraordinaire est donné par la formule $n_g = \frac{N^3}{n_p^2}$. J'ai trouvé pour le *p*-azoxyanisol $n = 1,645$; $n_p = 1,562$; $n_g = 1,88$ (calculé) et pour le *p*-azoxyphénétol $n = 1,597$; $n_p = 1,52$; $n_g = 1,81$ (calculé). Ces nombres sont assez voisins de ceux donnés par M. O. Lehmann et par M. Mauguin (pour la biréfringence), si l'on tient compte que les indices varient très rapidement avec la température.

Ce Tableau montre que le *p*-azoxyphénétol et le *p*-azoxyanisol agissent de la même manière sur la valeur des indices du caprinate. Le calcul indique que les indices des cristaux mixtes positifs suivent à peu près les règles des mélanges des cristaux isomorphes solides. La concordance ne peut être qu'approximative à cause de la variation rapide des indices des cristaux liquides avec la température. Pour expliquer l'anomalie de la biréfringence des cristaux liquides négatifs, on peut admettre que le *p*-azoxyanisol et le *p*-azoxyphénétol présentent une phase négative encore inconnue et ce sont les cristaux de cette dernière qui se mélangeraient avec ceux de la phase négative du caprinate, du propionate, du benzoate et de l'acétate de cholestérine.

BOTANIQUE. — *Formation d'embryons chez le Houblon par l'action du pollen de Chanvre.* Note de M. **J. Tournois**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré dans une Communication récente [1], que certaines variétés de Houblon peuvent, dans des conditions favorables, présenter des cas de développement parthénogénétique. J'ai remarqué que des plantations de Houblon de Bourgogne suffisamment éloignées de tout individu mâle avaient fourni des graines en petite quantité, au plus une par cône en moyenne.

Voulant me rendre compte si ce développement ne pourrait être provoqué par l'action d'agents divers, comme on l'a observé dans les nombreuses expériences de parthénogenèse expérimentale faites sur des animaux, j'ai essayé d'abord l'action du pollen de Chanvre, plante dont la morphologie et la biologie florale sont analogues à celles du Houblon.

Des inflorescences de Houblon furent isolées dans des sacs transparents avant le développement des stigmates, à une époque où le sac embryonnaire commençait à peine à se différencier. Lorsque les stigmates furent largement épanouis, un certain nombre des chatons femelles isolés furent recouverts abondamment avec du pollen de Chanvre; comme témoins, d'autres chatons de la même grappe furent soigneusement conservés intacts.

Les stigmates de Houblon recouverts du pollen de Chanvre se flétrirent et se desséchèrent rapidement, comme cela se passe à la suite d'une fécon-

---

(1) *Congrès pour l'Avancement des Sciences*, Dijon, août 1911.

dation normale. Les chatons fournirent des cônes que j'ai examinés pendant la première semaine de septembre, époque habituelle de maturation des graines de la variété étudiée.

1° Les premières expériences furent faites au cours de l'année 1910 et j'ai observé les faits suivants :

Dans les grappes isolées, les chatons qui avaient reçu du pollen de Chanvre se distinguaient nettement des autres par leur plus grand développement. Tandis que les ovaires non pollinisés étaient flétris, les ovaires pollinisés avaient noué et atteint une taille presque égale à celles des akènes normaux. Ces ovaires paraissaient vides et j'ai cru tout d'abord qu'il s'agissait simplement d'un phénomène de parthénocarpie. Mais, par une étude histologique, j'ai constaté, dans la grande majorité de ceux qui furent examinés, *la présence d'embryons* ayant atteint un développement plus ou moins considérable : parfois réduits à quelques cellules, d'autres fois formant un massif cellulaire pouvant atteindre $0^{mm},5$ de diamètre.

Dans certains ovaires, l'embryon était encore formé de cellules bien vivantes au moment de la fixation, pourvues d'un protoplasma se colorant vivement à la fuchsine acide ; mais, dans la plupart des cas, les embryons n'étaient formés que de cellules mortes ou en voie de dégénérescence ; ils étaient donc à leur maximum de développement au moment de l'examen.

En aucun cas je n'ai observé au voisinage de l'embryon, même lorsque ce dernier était peu développé, la présence de noyaux pouvant être rapportés à l'albumen. Il semble donc que le noyau secondaire ne se soit pas divisé, ou bien que la division ait été limitée à quelques cellules, rapidement résorbées au profit de l'embryon.

2° Les mêmes expériences furent reprises avec un matériel abondant dans le courant de cette année 1911. Comme l'année précédente, j'ai pu observer le plus grand développement pris par les chatons qui ont reçu le pollen du Chanvre, et l'accroissement des ovaires dont la taille égalait parfois celle des fruits normaux ; mais la présence des embryons était beaucoup moins régulière que dans les observations de 1910. Cette différence peut être attribuée vraisemblablement à la sécheresse et à la grande chaleur de cette année dont les plants de Houblon ont souffert dans le courant de juillet et d'août, les cônes se sont formés dans de mauvaises conditions et de façon irrégulière ; il est possible que les oosphères mal nourries n'aient pu se cloisonner, car on sait que les anomalies de croissance sont particulièrement sensibles aux mauvaises conditions de nutrition.

Deux hypothèses sont possibles pour interpréter la formation de l'embryon :

1° L'oosphère du Houblon aurait été fécondée par un gamète mâle de Chanvre, et l'embryon serait dès lors un hybride de ces deux plantes.

2° L'oosphère n'aurait pas été fécondée, et le cloisonnement serait consécutif d'une réaction provoquée dans les tissus de l'ovaire par le développement du tube pollinique du Chanvre ; l'embryon serait alors parthénogénétique.

Seule, l'étude que je me propose de faire, d'ovaires de Houblon fixés cette année peu de temps après la pollinisation par le Chanvre, me permettra de choisir entre ces deux hypothèses.

En résumé, les observations précédentes me permettent de conclure :

1° Que l'oosphère de Houblon peut se segmenter par suite de l'action du pollen de Chanvre ;

2° Que ce développement ne paraît se faire que dans des conditions de nutrition favorables ;

3° Que dans les conditions les plus favorables, le développement est toujours limité.

ZOOLOGIE. — *Sur le dimorphisme sexuel chez les Capitelliens.* Note (1) de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

A quelques exceptions près, dont les plus curieuses s'observent chez les Syllidiens, la différence entre les deux sexes est peu ou point marquée chez les Annélides Polychètes ; la teinte que prennent les éléments reproducteurs permet, dans certains cas, de distinguer les mâles des femelles, à l'époque de la maturité.

Le dimorphisme sexuel se manifeste cependant, sous des formes diverses, chez les Capitelliens dépourvus de branchies et ayant moins de 12 segments au thorax. Les deux sexes des genres *Capitellides* Mesnil et *Capitomastus* Eisig possèdent chacun un appareil copulateur : chez le premier, cet appareil composé de 4 crochets génitaux (1 à chaque rame dorsale des 8e et 9e sétigères), est le même dans les deux sexes ; chez le second, les crochets génitaux de la femelle sont plus nombreux que ceux du mâle. La différence s'accentue dans le genre *Capitella* (Blainville) où le mâle seul est pourvu d'un appareil copulateur qui reste inclus dans le tégument. Elle devient

(1) Présentée dans la séance du 27 novembre 1911.

plus grande encore chez un type nouveau de Capitellien provenant de la seconde expédition antarctique française et que j'ai appelé *Isomastus perarmatus* n. g., n. sp. M. L. Gain a trouvé de jeunes individus de cette espèce dans le contenu de l'estomac d'un Stelléride (*Bathybiaster Liouvillei* Kœhler), de la baie de l'Amirauté (Shetlands du Sud) ; M. le Dr J Liouville en a recueilli à Petermann, à marée basse, une collection de 15 adultes, dont 8 mâles et 7 femelles, ce qui m'a permis d'étudier morphologiquement et anatomiquement le développement de l'appareil copulateur.

Déjà, chez les jeunes mâles, de 11^{mm} à 12^{mm} de longueur, le sexe est facilement reconnaissable. Les 7 premiers segments thoraciques sont normaux ; les 8e et 9e ont deux rames centrales composées de soies en alène et de crochets encapuchonnés. Au 8e segment, il n'y a pas de rames dorsales séparées ; les soies sont fusionnées dans la région médiane, en un seul faisceau implanté à la partie postérieure du segment. Ces soies, disposées parallèlement au plan de symétrie, la pointe dirigée en arrière, recourbée vers le tégument, s'étendent un peu sur le 9e segment. Il n'y a pas, au 9e sétigère, de soies dorsales visibles ; dans la partie médiane de ce segment, on distingue une zone blanchâtre qui correspond à l'emplacement de la future glande copulatrice ; les soies génitales sont encore incluses dans le tégument. Pendant longtemps, les choses restent en cet état ; chez les mâles immatures parvenus à leur taille définitive, les soies groupées du 8e segment, résultant de la fusion des deux rames dorsales, forment une sorte de griffe légèrement en saillie sur le 9e sétigère.

Chez le mâle à l'état de maturité et qui a plus de 50^{mm} de longueur, l'aspect change complètement. Le 8e segment présente, en arrière, une profonde dépression dorsale au fond de laquelle on voit les soies du segment correspondant serrées les unes contre les autres, en une seule rangée, constituant un faisceau de 10 à 12 soies, dont la largeur diminue d'avant en arrière. Les soies dorsales du 9e sétigère sont maintenant apparentes ; elles forment dans leur ensemble une solide pointe dirigée en avant, incurvée à l'extrémité libre, recouvrant celles du 8e (qui les recouvraient elles-mêmes chez les jeunes) et envahissant le territoire du 8e sétigène. Les soies génitales des 8e et 9e segments se ressemblent beaucoup entre elles ; ce sont de robustes soies aciculaires.

Si l'on fait une coupe suivant le plan de symétrie dans les derniers segments du thorax, on voit que dans toute la longueur du 9e sétigère, immédiatement au-dessous de la mince couche musculaire sous-cutanée, est une volumineuse glande dite *glande copulatrice* qui s'étend en arrière jusqu'à l'épais diaphragme musculeux au delà duquel commence l'abdomen et s'avance jusque vers le milieu du 8e sétigère. Elle débouche entre les deux faisceaux de soie du 9e sétigère presque contigus sur la ligne médiane, au-dessus de la rangée de soies du 8e sétigère, dans la dépression de la partie postérieure de ce segment. Une épaisse couche de fibres musculaires, les unes circulaires, les autres

longitudinales, enveloppe la glande dont la lumière est assez étroite. En outre, de puissants muscles s'attachent aux soies génitales et se relient d'autre part à la musculature générale de la paroi du corps.

Chez la femelle qui atteint jusqu'à 8cm de longueur, le segment 9 reste normal, ce sont les segments 7 et 8 qui sont modifiés, moins profondément, d'ailleurs, que chez le mâle. Entre les segments 7 et 8, s'ouvre latéralement, à mi-hauteur, un large orifice sexuel, tout autour duquel on remarque une plage saillante due surtout au développement des glandes tégumentaires.

L'appareil copulateur, avec sa musculature si développée doit jouer un rôle fort actif au moment de la reproduction. On ne sait pas comment il fonctionne ; on ne l'a jamais observé au moment où il entre en jeu. Eisig considère, avec vraisemblance sans doute, l'ensemble des grosses soies génitales comme une armature copulatrice. Mais il faut avouer qu'il règne à ce sujet beaucoup d'obscurité : la place des orifices sexuels chez la femelle, la présence d'une armature copulatrice chez les deux sexes des genres des *Capitellides* et *Capitomastus*, le chevauchement des crochets génitaux des 8e et 9e sétigères chez l'*Isomastus perarmatus* ne laissent guère soupçonner la façon dont les choses se passent. La glande dite *copulatrice* ne sécrète-t-elle pas un liquide qui serait utilisé dans la fécondation pour le transport des spermatozoïdes.

Quoi qu'il en soit, grâce au développement énorme de l'appareil copulateur du mâle, à la grandeur des orifices génitaux et à la taille plus considérable de la femelle, le dimorphisme sexuel est plus fortement marqué chez le Capitellidien de l'Antarctique que chez les formes hétéronéréidiennes : il est aussi tranché, d'une tout autre façon, il est vrai, que chez les Syllidiens les plus remarquables à ce point de vue, les *Autolytus*, qui ont reçu autrefois trois noms génériques différents, correspondant respectivement à l'individu asexué, au mâle et à la femelle.

ZOOLOGIE. — *Sur les Opisthobranches et sur les Marséniadés du golfe de Tadjourah.* Note de M. A. **Vaissière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Notre colonie de Djibouti offre aux naturalistes des côtes d'une richesse peu commune en toutes sortes d'animaux marins.

Grâce à l'obligeance du Dr Jousseaume et de M. Ch. Gravier, du Muséum, j'ai pu avoir un grand nombre de Mollusques Gastéropodes,

appartenant à l'ordre des Opisthobranches ainsi qu'à la famille des Marséniadés.

En étudiant ces Mollusques conservés dans l'alcool, j'ai pu me rendre compte que cette faunule malacologique ne le cédait en rien, au point de vue de la variété des formes, à ce que l'on constatait pour les autres grands groupes du règne animal.

42 espèces de Mollusques m'ont été rapportées, par ces naturalistes, de cette région restreinte du golfe d'Aden. Voici la liste de ces animaux :

Tectibranches. — 13 espèces se subdivisant en : 8 Cephalaspidea (*Atys naucum* L., *Alicula cylindrica* Brug., *Bulla ampulla* L. et *B. striata* Brug., *Haminea pemphix* Philip., *Aplustrum velum* Gmel. et *Apl. physis* L., *Cryptophthalmus olivaceus* Ehrb.); 3 Anaspidea (*Aplysiella Gravieri*, nov. sp. et sa variété *alba; Dolabella Rumphii* Lamk.; *Notarchus indicus* Schweiger.); 2 Notaspidea (*Berthella citrina* Leuck. et Rupp., *Pleurobranchus Forkali* Leuck. et Rupp.).

Nudibranches. — 12 Dorididés Cryptobranches (*Hexabranchus prætextus* Ehrb., *Archidoris staminea, Discodoris concinna* Ald. et Hanc., *Disc. erythræensis*, nov. sp.; *Orodoris miamirana* Bgh., *Gravieria rugosa*, nov. sp.; *Hallaxa indecora* Bgh., *Halgerda apiculata* Ald. et Hanc., *Halg. Willeyi* Eliot, *Chromodoris runcinata* Bgh., *Chr. tenui-linearis* Farran, *Casella atromarginata* Cuv.); 2 Dorididés Phanérobranches (*Trevelyana striata* Eliot, *Plocamopherus indicus* Bgh.); 8 Dorididés Porostomatés (*Doriopsis Jousseaumei*, nov. sp.; *Dor. nigra* Stimps; *Dor. nigropunctata*, nov. sp.; *Dor. punctata* Leuck. et Rupp.; *Dor. rosea*, nov. sp.; *Phyllidia varicosa* Lamk.; *Ph. Dautzenbergi*, nov. sp.; *Fryeria pustulosa* Leuck. et Rupp.); 2 Tritoniens (*Tritoniopsis Gravieri*, nov. sp.; *Bornella digitata* Adams et Reeve).

Le sous-ordre des Ascoglosses ne m'a donné qu'une seule espèce appartenant à la famille des Elysiadés, le *Plakobranchus ocellatus* v. Hass. et Bgh.

Parmi les Gastéropodes Prosobranches appartenant à la famille des Marséniadés j'ai trouvé 3 espèces (*Marsenia perspicua*, var. *ceryle* Bgh.; *Chelyonotus niger* Bgh.; *Djiboutia verrucosa*, nov. sp.).

Enfin un type de Pulmoné : l'*Oncidium* ou *Peronia Peronii* de Cuvier.

Neuf formes nouvelles existaient sur ces 42 espèces, mais deux seulement, par l'ensemble des caractères spéciaux de leur organisation, ont nécessité la création de genres nouveaux (*Gravieria* et *Djiboutia*); les autres se rapportent toutes à des groupes génériques déjà connus.

Grâce à la bonne conservation de la plupart de ces Mollusques, j'ai pu étudier leur anatomie qui était peu connue ([1]), les naturalistes (Savigny, Leuckart et Ruppel, Ehrenberg, Alder et Hancock, Issel) qui les premiers

---

([1]) Ce travail paraîtra prochainement dans un autre Recueil.

ont décrit la majeure partie de ces animaux, se sont contentés de donner leurs caractères extérieurs ainsi que de bonnes figures de facies. Mais avec des individus conservés dans l'alcool, contractés et décolorés sous l'effet de ce liquide, il est bien difficile d'identifier les espèces si l'on ne s'adresse pas à quelques caractères internes; c'est surtout ce que j'ai tâché de faire en donnant de nombreuses figures hors texte des divers systèmes organiques de presque toutes les espèces que j'ai étudiées.

En parcourant la liste de ces Mollusques, on peut être étonné, avec juste raison, de l'absence complète de certains types d'Opisthobranches qu'on trouve d'ordinaire abondamment le long des côtes, les *Aplysia* vraies et les Æolididés.

Dans aucun des envois que m'ont faits le Dr Jousseaume et M. Gravier, je n'ai trouvé d'individus appartenant à ces groupes. Je crois pouvoir attribuer l'absence de ces Mollusques à la position des récifs le long desquels les recherches ont été faites; les mouvements des vagues déferlant sur ces récifs ont éloigné ces animaux qui vivent d'ordinaire dans des eaux tranquilles. Il est probable que des recherches exécutées dans le fond de ce petit golfe auraient amené la capture de quelques espèces d'*Aplysia* et de divers Æolididés.

Si l'on compare maintenant cette faunule malacologique avec celle de la mer Rouge ou celle de l'océan Indien (côtes de l'Est africain et côtes hindoues), on constate qu'il y a peu d'espèces communes entre les Opisthobranches du golfe de Tadjourah et ceux des régions voisines que nous venons de nommer. Cette faunule a un caractère bien équatorial, mais la plupart des espèces qui la constituent, établies depuis longtemps en ce point, se sont nettement différenciées, tout en conservant de réelles affinités, surtout avec celles de l'Est africain.

ZOOLOGIE. — *Sur les Amphipodes des Expéditions antarctiques françaises.* Note de M. **Ed. Chevreux**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Amphipodes de l'Expédition du *Français* comprenaient 24 espèces. Celles de l'Expédition du *Pourquoi-Pas?* sont au nombre de 44, appartenant toutes, sauf un Cyame parasite des Cétacés, au sous-ordre des *Gammarina*. 16 de ces espèces sont nouvelles; elles ont nécessité l'établissement de 6 genres nouveaux. Bien que les deux Expéditions du Dr Charcot aient effectué leurs recherches dans les mêmes parages, le

Pourquoi-Pas? n'a retrouvé que 17 des formes recueillies par le *Français*. Il est vrai que la plupart des recherches de la première Expédition ont été faites sur le littoral, tandis que les captures du *Pourquoi-Pas?* proviennent presque toutes de dragages relativement profonds.

En comparant la faune de la partie de l'Antarctique explorée par le Dr Charcot avec celle des *Gammarina* de la *Southern Cross* et de la *Discovery*, provenant des parages de la Terre Victoria, on constate que les deux faunes sont de richesse égale, puisqu'elles comprennent chacune 48 espèces. Elles sont, d'autre part, très différentes, le nombre des formes qui leur sont communes ne dépassant pas 10.

La famille des *Lysianassidæ*, dont il a été trouvé 17 espèces dans les parages de la Terre Victoria, n'est représentée que par 7 espèces dans les collections du *Français* et du *Pourquoi-Pas?*. Par contre, les *Pontogeneiidæ*, des expéditions du Dr Charcot, sont au nombre de 9, tandis que les expéditions anglaises n'en ont trouvé que 3. Les familles des *Acanthonotosomidæ* et des *Paramphithoidæ*, qui renferment des formes pour la plupart de grande taille et très remarquables par les projections dentiformes dont leur corps est armé, sont représentées dans les collections du *Pourquoi-Pas?* par 5 et par 4 espèces. Ce sont des Amphipodes d'eau profonde, ce qui explique pourquoi il ne s'en trouvait pas dans les collections du *Français*.

Voici de courtes diagnoses des nouveaux genres d'Amphipodes du *Pourquoi-Pas?*

Gainella nov. gen. de *Lysianassidæ*. — Antennes courtes, subégales. Premier article du pédoncule des antennes supérieures caréné. Dernier article du pédoncule des antennes inférieures très court. Processus molaire des mandibules petit, palpe fixé très en arrière. Lobe interne des maxilles 1 portant une spinule distale. Lobe interne des maxillipèdes très étroit, acuminé, lobe externe plus court, palpe extrêmement développé, article 4 non dactyliforme. Gnathopodes chéliformes. Péréiopodes gros et courts. Uropodes 3 très réduits, branche interne rudimentaire. Telson fendu jusqu'à la base.

Iphimediella nov. gen. d'*Acanthonosomidæ*. — Tête, corps et appendices à peu près comme *Iphimedia*, mais mandibules courtes et très larges, article 1 du palpe très allongé, atteignant plus des deux tiers de la longueur de l'article 2. Lèvre postérieure sans lobes internes, lobes externes non incisés. Article 2 du palpe des maxillipèdes non prolongé le long de l'article 3.

Alexandrella nov. gen. de *Tironidæ*. — Corps obèse, téguments peu consistants, mésosome lisse, métasome et urosome carénés. Tête rostrée. Antennes allongées, les inférieures les plus longues, pédoncule court, flagellum accessoire rudimentaire.

Lèvre antérieure bilobée. Lobe tranchant des mandibules très large, processus molaire et rang d'épines manquant, palpe court. Lèvre postérieure avec lobes internes. Lobe interne des maxilles 1 bordé de nombreuses soies, palpe très développé. Lobe interne des maxilles 2 de beaucoup le plus large. Lobe externe des maxillipèdes très développé, plus long que le palpe. Gnathopodes semblables entre eux, non subchéliformes. Péréiopodes longs et grêles. Branches des uropodes 3 longues, lancéolées. Telson quadrangulaire, bord distal échancré.

Liouvillea nov. gen. de *Tironidæ*. — Corps obèse, portant des dents dorsales. Tête rostrée. Yeux proéminents. Antennes allongées, les inférieures étant les plus longues, flagellum accessoire rudimentaire. Lobe tranchant des mandibules étroit et allongé, processus molaire robuste. Autres pièces buccales comme chez *Bruzelia*, mais article 3 du palpe des maxillipèdes débordant sur l'article 4. Gnathopodes subégaux, subchéliformes. Branche externe des uropodes 1 et 2 beaucoup plus courte que la branche interne. Telson un peu fendu, bord distal arrondi.

Metaleptamphopus nov. gen. de *Calliopiidæ*. — Corps lisse. Tête armée d'un rostre allongé. Antennes supérieures les plus longues, sans flagellum accessoire. Pièces buccales comme chez *Leptamphopus*, mais lobes des maxilles 2 plus larges, bord interne du lobe interne non garni de soies, palpe des maxillipèdes beaucoup plus long. Gnathopodes subégaux, subchéliformes, très robustes chez le mâle. Péréiopodes courts et faibles, dactyle très gros à la base, terminé en pointe aiguë, bord externe garni d'épines pectinées. Uropodes 3 beaucoup plus longs que les précédents, branches subégales. Telson entier, bord distal arrondi.

Parepimeria nov. gen. de *Paramphithoidæ*. — Corps comprimé, portant des dents dorsales. Tête armée d'un rostre droit. Plaques coxales 1 et 2 aiguës inférieurement, plaques 3, 4 et 5 normales. Antennes supérieures plus courtes que les inférieures, flagellum accessoire rudimentaire. Palpe des mandibules excessivement long. Lèvre postérieure avec des lobes internes. Lobes des maxilles 2 étroits, arrondis au bord distal. Lobe interne des maxillipèdes carrément tronqué, lobe externe petit, palpe très développé. Gnathopodes non subchéliformes, carpe très allongé, dactyle grêle, droit. Article basal des périopodes 3 dilaté. Branche externe des uropodes 3 plus courte que la branche interne. Telson entier, bord distal arrondi.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Analyse biologique d'une série d'expériences concernant l'avènement de la maturité sexuelle, la régénération et l'inanition chez les Némertiens*, Lineus ruber (*Müll.*) *et* Lineus lacteus (*Rathke*). Note de M. **Mieczyslaw Oxner**, présentée par M. Yves Delage.

Par deux fois j'ai eu l'occasion d'analyser ici même [1] les phénomènes de la régénération chez les Némertiens et d'établir les rapports qui

[1] M. Oxner, *Sur deux modes différents de régénération chez* L. ruber (*Comptes rendus*, mai 1909).

existent entre la régénération, la croissance (¹) et l'inanition (²). Je reviens à la tâche ayant constaté au cours de mes dernières expériences sur l'inanition des faits nouveaux non sans importance pour la Biologie générale.

Chez *Lineus ruber* (de Roscoff) les glandes génitales commencent à se développer vers la fin du mois de novembre. La ponte bat son plein en janvier et février et cesse complètement vers la fin du mois de mars.

Chez *Lineus lacteus* (de Villefranche-sur-Mer), la maturité commence en janvier, et vers la fin du mois d'avril on ne trouve plus des animaux avec des produits génitaux.

Ire SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — J'ai enlevé la tête, jusqu'au niveau de la bouche, à un certain nombre d'exemplaires au mois d'octobre. Au mois de décembre j'ai constaté une forte production des cellules migratrices et une régulation dans les troncs nerveux latéraux. La tête ne se régénère pas. Au mois de février, ces individus sans tête ont accusé la présence des gonades, disposées d'une façon normale entre les culs-de-sac intestinaux. Les gonades étaient mâles ou femelles selon les individus. Les œufs avaient un aspect absolument normal, les spermatozoïdes étaient en mouvement. Ni la fécondation, ni la ponte n'ont eu lieu jusqu'au mois de mai. A cette époque, le sperme et les œufs étaient déjà en grande partie en dégénérescence granulaire. En résumé, dans l'espace de 6 mois et demi, pas de régénération de la tête enlevée; en revanche l'avènement normal de la maturité est finalement une involution localisée sous l'influence de l'inanition.

IIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — Même lot d'animaux qu'au n° I, mais n'ayant subi aucune mutilation, a pondu copieusement en janvier et février; la ponte s'est développée et les animaux (♀ et ♂), après l'évacuation des produits génitaux, ont été soumis à l'influence de l'inanition. Ils ont vécu ainsi près de 13 mois (j'en ai eus qui ont vécu 2 ans!) sans toutefois atteindre une seconde fois la maturité. Comme résultat de l'inanition : diminution de la taille à un quart, une résorption très curieuse de différents tissus et une involution générale constatée sur les coupes (³).

IIIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — Les jeunes individus, provenant de la ponte déposée en janvier, atteignent en captivité la taille de 2^{mm} à 3^{mm}, possèdent tous les organes et commencent même à se pigmenter. Ne se nourrissant pas en captivité, ils cessent rapidement de croître; ils n'atteignent pas, évidemment, la maturité sexuelle, et vers la fin d'octobre j'ai pu constater une involution très avancée, œuvre des phagocytes.

(¹) M. OXNER, *Analyse biologique du phénomène de la régénération chez* L. Ruber *et* L. lacteus (*Comptes rendus*, 13 juin 1910).

(²) M. OXNER, *Zarys analizy biologicznej zjawiska regeneracyi u wstezniakow* (*Ksiazka jubileusz. dla prof. Nusbauma*, Cracovie, 1911).

(³) Travail sous presse, en collaboration avec le professeur Nusbaum.

IVe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — Les individus capturés en mai (vieux, après la ponte et jeunes, avant la maturité) ne sont pas parvenus à atteindre la maturité sexuelle, même après 12 mois et demi. Les résultats de l'inanition ont été les mêmes qu'au n° II.

L'expérience n° I constitue le point de départ de mes considérations mais les gonades se formant entre les culs-de-sac de l'intestin moyen, existant déjà, c'est-à-dire à l'endroit où elles auraient dû se développer normalement, tout cet avènement de la maturité ne paraît pas, au premier coup d'œil, outre mesure surprenant. Les expériences suivantes nous montrent ce phénomène en vraie lumière.

Ve SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. lacteus.* — J'ai enlevé en janvier à un lot d'individus, capturés en novembre, la tête jusqu'au niveau de la bouche. La tête ne se régénère pas. Au mois de janvier, j'ai constaté chez ces individus sans tête la présence des gonades mâles et femelles, disposées d'une façon normale, latéralement dans le parenchyme entre les culs-de-sac de l'intestin moyen. Dans la région de l'intestin stomacal, les gonades ne se développent jamais, même pas dans les conditions naturelles. En juin (après 5 mois de l'inanition générale), les produits génitaux commencent à dégénérer. Les conditions et les résultats de cette expérience sont semblables à ceux de la série n° I.

VIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. lacteus.* — Les animaux capturés en octobre ont été opérés en novembre de la façon suivante : en avant, j'ai *enlevé* la tête jusqu'au niveau de la bouche; en arrière, *tout l'intestin moyen* et un petit fragment de l'intestin stomacal. Donc il *ne restait aucune trace* de cette partie du corps de l'animal où normalement se développent les produits génitaux. En décembre, la tête ne s'est pas régénérée, mais en revanche tout l'intestin moyen avec ses culs-de-sac a été reconstruit. Au contrôle de la fin du mois de mai, j'ai constaté, dans ces fragments qui ont régénéré l'intestin moyen, de belles gonades mâles et femelles, disposées normalement entre les culs-de-sac du nouvel intestin moyen. J'ajoute que j'ai fait la même constatation chez quelques individus de cette série, que j'ai contrôlés déjà au commencement du mois d'avril.

VIIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. lacteus.* — Les animaux capturés en janvier, et chez lesquels *in vivo* j'ai pu constater *déjà un commencement de l'élaboration des produits génitaux*, ont été opérés dès le mois de janvier de la même façon, comme dans la série VI. En février, l'intestin moyen a été complètement régénéré. Quant aux organes génitaux, ceux-ci *ne se sont plus formés* dans la suite : différence radicale entre les expériences n°s VI et VII.

En analysant ces sept séries d'expériences, j'arrive aux conclusions suivantes : si Max Verworn (dans son *Allgemeine Physiologie*, 1909) croit que « die Fortpflanzung lässt sich vom Wachstum nicht trennen... », il n'est

pas tout à fait dans le vrai. J'ai essayé de démontrer [1] que, si le phénomène de la régénération peut être ramené à la conception de la croissance accélérée, toutefois il ne faut pas toujours comprendre la « croissance » dans un sens étroit de « l'augmentation du volume », mais plutôt comme fonction de l'assimilation et de désassimilation avec un résultat spécifique de localisation morphogénétique. Dans le cas des phénomènes involutifs, sous l'influence de l'inanition, cette réaction de l'assimilation et de la désassimilation peut être réversible et donne alors la « croissance négative », la diminution du volume, tout en laissant à l'animal la faculté de régénérer. En effet, en pleins processus involutifs (après une année) j'ai pu obtenir toujours la régénération [2]. En ce qui concerne l'avènement de la maturité, ce n'est pas toujours « das Wachstum ueber Mass » (Verworn, *loc. cit.*), c'est-à-dire « la croissance outre mesure ». L'énergie qui provoque l'élaboration des produits génitaux dépend souvent directement de la nourriture individuelle et de la croissance de l'animal, mais il arrive un moment, avant qu'on puisse le constater morphologiquement (coupes histologiques), que cette énergie est accumulée et tout à fait spécialisée. A partir de ce moment, nous pouvons interrompre la croissance, même soumettre l'animal au traitement de l'inanition, qui le force à manger ses propres tissus et à diminuer son volume; nous pouvons même lui enlever la partie du corps où les organes sexuels se développent; *malgré tout cela, cette énergie, une fois accumulée et spécialisée, provoquera l'avénement de la maturité :* tantôt (I et V) tout simplement, tantôt (VI) après une régénération préalable de la partie du corps où les gonades sont localisées normalement. Mais si cette énergie n'est pas encore accumulée et spécialisée (III et IV) ou lorsqu'elle s'est déjà déchargée (II et VII), l'avènement de la maturité peut être empêché.

Je crois donc qu'à partir d'un *certain moment* l'avènement de la maturité *est indépendant* de la croissance générale de l'animal (Némertiens) et peut aboutir même malgré les phénomènes de décroissance.

---

(1) M. Oxner, *Zarys analizy biologicznej zjawiska regeneracyi u wstezniakow* (*Ksiazka jubileusz. dla prof. Nusbauma*, Cracovie, 1911).

(2) M. Oxner, *Études sur la régénération chez les Némertes :* I. *La régénération chez* L. ruber (*Ann. Inst. océan.*, t. I, fasc. 8).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'*Amylomyces Rouxii. Note de M. R. Goupil, présentée par M. E. Roux.

La caractéristique de la fermentation produite par l'*Amylomyces Rouxii* est une production considérable d'acide succinique.

Les bilans établis par Pasteur avec la levure de bière ne mentionnent pas de quantités d'acide succinique supérieures à 0,6 pour 100 du sucre disparu.

Ici, en nous plaçant dans les mêmes conditions, c'est-à-dire après fermentation complète, la culture d'*Amylomyces* peut donner un chiffre s'élevant à 6 pour 100 du sucre consommé.

Ce quantum s'obtient particulièrement avec des milieux de faible concentration en saccharine :

Tableau I.

	Glucose.		Sucre interverti.	
Sucre disparu, par litre	28g,8	54g,4	27g,6	56g,8
Acide succinique, par litre	1,84	3,03	1,68	2,95
Acide succinique, pour 100 de sucre	6,3	5,5	6	5,2

Au début d'une fermentation, ces chiffres s'élèvent beaucoup plus et peuvent dépasser 25 pour 100 du sucre disparu.

Le rendement maximum en acidité a lieu 4 ou 5 jours après l'ensemencement, alors que l'alcool est à peine au $\frac{1}{5}$ de la quantité susceptible d'être produite.

La formation d'acide succinique s'accomplit parallèlement à la croissance de la mucorinée; le rendement maximum en acide et en plante a lieu corrélativement :

Tableau II. — *Culture sur eau de levure à 10 pour 100; résultats en grammes par litre.*

		Acide succinique.		
	Sucre disparu.	Par litre.	Pour 100 de sucre.	Ferment.
Après 4 jours	10,1	2,56	25,3	0,48
Après 7 jours	18,8	3,10	16,4	0,80
Après 15 jours	44,8	3,03	6,7	0,85
Après 2 mois	58,6	3,18	5,4	0,64

La culture d'*Amylomyces* ne dépasse pas, dans les cas les plus favorables, 4g par litre d'acidité totale, sur lesquels on trouve, outre l'acide succinique, 0g,35 à 0g,40 d'un mélange des acides acétique et butyrique; on peut mentionner, comme se rapportant à cette acidité volatile, une notable proportion d'éthers dont la saponification correspond à une moyenne de 0g,50 d'acidité calculée en acétique.

Contrairement à ce qui avait été annoncé, l'*Amylomyces* ne produit ni acide oxalique, ni acide lactique; l'acide fixe qui se forme est bien de l'acide succinique :

En employant, pour l'extraction et la purification de cet acide, le procédé préconisé par MM. Gayon et Dubourg [1], on obtient des cristaux ayant même pouvoir de saturation par les bases que l'acide succinique et point de fusion identique.

La quantité d'acide succinique formé subit de grandes variations sous l'influence de l'acidité initiale du milieu de culture. Le rendement atteint son maximum en milieu neutre et décroît rapidement avec une acidité croissante, le poids de plante formé diminue et la fermentation subit un ralentissement général.

Les résultats sont identiques avec l'acide sulfurique, l'acide tartrique et l'acide succinique seuls essayés.

TABLEAU III. — *Influence de doses croissantes d'acide tartrique.*

Acide tartrique introduit pour 1000.	Acide succinique formé pour 1000.
0 neutre.	2,50
1	1,68
2	1,44
3	0,97
8	0,71

L'aération a un rôle important dans la formation de l'acide succinique, la culture ne donne que très peu d'acidité dans un ballon plein où l'air ambiant est aussi réduit que possible, il en est de même si l'on pratique l'immersion de la mucorinée au moyen d'une toile métallique.

L'acide succinique augmente avec l'espace laissé libre dans le ballon de la fermentation; si l'on entraîne le gaz carbonique par un courant d'air, la végétation devient plus abondante, l'acidité et l'alcool atteignent leur rendement maximum; en milieu anaérobie, sous gaz carbonique, la production d'acide succinique est négligeable, mais dans ces conditions défavorables, la mucorinée se développe très peu.

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, juillet 1901.

TABLEAU IV.

	Acide succinique formé par litre (en grammes).
Matras plein	1,06
Matras à la moitié	2,50
Matras aux trois quarts	3,10
Avec aération	4,10
Anaérobie (CO^2)	0,45

La nature des sucres est sans influence sur la production d'acide succinique, les résultats sont sensiblement les mêmes pour le maltose, le glucose, le sucre interverti et l'amidon saccharifié par le malt.

Contrairement aux résultats obtenus par Erlich avec les levures, la formation d'acide succinique n'est pas en fonction de l'alimentation azotée,

La concentration croissante de l'eau de levure, de la peptone ordinaire et pancréatinisée, du Liebig, n'influencent pas d'une façon sensible la production d'acidité, à condition que la quantité d'azote initiale soit suffisante pour permettre à la mucorinée de se développer normalement.

Il paraît y avoir cependant une concentration optima en aliment azoté, en deçà et au delà de laquelle la puissance fermentative de la plante paraît atténuée.

TABLEAU V.

	Eau de levure à			Peptone à		
	20 p. 100.	10 p. 100.	2 p. 100.	10 p. 100.	5 p. 100.	2 p. 100.
Sucre consommé par litre	54	57,1	46,4	53,2	55,9	41,9
Acide succinique	2,7	2,40	1,60	2,06	2,70	1,94
Ferment	0,72	0,82	0,57	0,89	1,30	0,84
Rapport $\frac{\text{acide}}{\text{ferment}}$	28	29	28	23	20	24

Enfin, si l'on remplace, sous une mucorinée complètement développée, le liquide fermenté par une nouvelle solution sucrée, azotée ou non, la production d'alcool s'accomplit normalement sans formation notable d'acide succinique; dans ces conditions, la mucorinée ne paraît pas faire de nouveaux tissus.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du calcium sur le développement et la composition minérale de l'*Aspergillus niger. Note de Mlle **Robert**, présentée par M. E. Roux.

Le calcium paraît être un élément indispensable à la vie des animaux et des végétaux supérieurs.

Non seulement il entre en proportion importante dans la constitution de certains tissus et à ce titre appartient à la catégorie des éléments plastiques, mais encore il intervient dans certaines réactions diastasiques et peut, par conséquent, être aussi considéré comme un élément catalytique.

Les travaux de Pasteur et surtout ceux de Raulin sur la nutrition minérale de l'*Aspergillus niger* semblent pourtant prouver que certains organismes inférieurs du groupe des Levures et des Mucédinées peuvent se passer de calcium.

La même conception a été soutenue par Molish et Lœw [1] qui ont même essayé de donner à cette hypothèse un appui expérimental. Mais ces auteurs employaient pour leur milieu de culture des « sels purs » du commerce, et des nombreux essais m'ont prouvé que ces produits renferment presque tous du calcium en quantité parfois même assez notable. J'ai pu mettre très nettement en évidence la présence de calcium dans toutes les cultures d'*Aspergillus* faites dans les conditions où opérait Raulin.

Le calcium trouvé provient bien du liquide de culture. En effet, plusieurs dosages de calcium faits dans du milieu Raulin, préparé avec les produits purs du commerce et de l'eau distillée m'ont montré que ce liquide renferme en moyenne 3^{mg} de calcium par litre. Le saccharose employé en contient 2^{mg} pour 100^{g}. L'acide tartrique et les sels, à l'exception des sels ammoniacaux, en renferment des quantités variables.

En admettant même que le calcium ne soit pas un élément plastique pour les végétaux inférieurs, on peut supposer que les faibles doses de calcium, existant comme impureté dans le milieu, suffisent pour que ce corps joue dans le développement des Mucédinées le rôle d'élément catalytique. C'est ce que je me suis proposé de vérifier.

Je me sers, pour préparer mon milieu de culture, de produits que je purifie par des procédés appropriés jusqu'à ce que leurs solutions ne présentent plus les réactions du

---

(1) Lœw, *Bulletin of the U. S. Department of Agriculture*, n° 18, 1899, p. 44.

calcium. Certains corps entrant dans la composition du liquide de Raulin étant difficiles à purifier, j'ai dû modifier la formule de cet auteur en m'attachant à conserver à peu près la même proportion d'éléments. La formule que j'emploie est celle de Gabriel Bertrand et Javillier ([1]), mais je remplace le mélange d'acide tartrique et de CO^3K^2 par du bitartrate de K à la dose de $3^g,33$ par litre, de façon à avoir dans le liquide la même proportion d'acide tartrique. Ma technique est également celle indiquée par ces auteurs ([1]). Chaque culture est faite sur 250^{cm^3} de liquide. Dans toutes les expériences que je rapporte ici, le calcium a été introduit sous forme de $SO^4Ca + 2H^2O$. Le calcium est dosé dans les cendres résultant de l'incinération des mycéliums.

Dans une première série d'expériences, j'ai essayé l'effet de doses de calcium comparables à celles existant dans le milieu Raulin ordinaire, c'est-à-dire 3^{mg} de Ca par litre; $0^{mg},75$ par culture de 250^{cm^3}. Récipients employés: cuvettes rectangulaires en porcelaine.

Voici le résultat d'une de ces expériences :

	Poids sec.	Total.	Poids des cendres.	Ca fixé.
A. Sans Ca....	g 4,24 / 4,35	$8^g,59$	$0^g,645$	0^{mg}
B. Avec Ca....	4,25 / 4,41	$8^g,66$	$0^g,642$	1^{mg}

L'expérience refaite avec des doses variables de calcium a donné les résultats suivants :

Ca introduit dans 250^{cm^3} du milieu.	Poids sec.	Cendres.	Ca fixé.
mg	g	g	mg
0..........	4,15	»	»
0..........	4,03	0,329	0,0
0,25........	4	0,3285	0,1
0,625........	3,92	0,327	0,5
1,25........	4,02	0,348	1,2

Les faibles doses de Ca semblent donc être fixées presque intégralement par le mycélium, mais sans agir sur le développement de la Mucédinée.

Quels sont les résultats qu'on obtient avec des doses plus fortes?

Toutes les expériences que j'ai faites à ce sujet mettent en évidence une légère augmentation du poids de la récolte.

En voici un exemple :

([1]) G. Bertrand et M. Javillier, *Bull. Sc. pharm.*, n° 18, février 1911, p. 67.

Ca introduit dans 50cm³ du milieu.	Poids sec.			Poids des cendres.			Ca fixé.		
	1re série.	2e série.	Moyenne.	1re série.	2e série.	Moyenne.	1re série.	2e série.	Moyenne.
mg	g	g	g	g	g	g	mg	mg	mg
0	3,75	3,87	3,81	0,207	0,212	0,209	0,25	0,25	0,25
2,5	3,90	3,73	3,815	0,245	0,216	0,230	2,5	2,7	2,6
10	3,83	3,80	3,815	0,255	0,226	0,240	»	8	8
25	4	3,70	3,85	0,276	0,255	0,265	19,8	19,9	19,85
100 (1)	4,10	4,20	4,15	0,398	0,420	0,409	80	66,8	73,4

La petite quantité de Ca trouvée dans les témoins provient très probablement des récipients (fioles coniques de $1^l,5$ en verre, au lieu des récipients en porcelaine employés dans les expériences précédentes).

Les faibles doses de Ca sont fixées totalement.

Les doses plus fortes (dans les limites étudiées, bien entendu) le sont dans la proportion de 80 pour 100 environ.

Mais il est aisé de voir d'après ces chiffres que : 1° l'augmentation du poids des cendres correspond précisément au Ca fixé qui, dans les cendres recarbonatées, doit se trouver tout entier sous forme de CO^3Ca (40^{mg} de Ca donnent 100^{mg} de CO^3Ca); 2° l'augmentation du poids de matière organique, obtenue par différence entre les poids de cendres et de matière sèche, est insignifiante et peut s'expliquer par la formation de quelque combinaison simple du calcium.

En résumé, le calcium ne paraît pas avoir d'influence sur le développement de l'*Aspergillus niger*, ou du moins, s'il agit, c'est à une dose extrêmement petite, inférieure à celle que décèle la méthode de dosage du calcium que j'emploie, c'est-à-dire au $\frac{1}{20}$ de milligramme environ.

L'*Aspergillus* fixe pourtant le calcium : en totalité, pour les doses faibles; en partie, pour les doses élevées, et l'augmentation de poids que l'on constate dans ce dernier cas semble bien être simplement le résultat de cette fixation de calcium.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le fer est-il indispensable à la formation des conidies de l'* Aspergillus niger? Note de MM. **M. Javillier** et **B. Sauton**, présentée par M. E. Roux.

En 1891, M. Linossier (2) extrayait des spores d'*Aspergillus niger* V. Tgh. (*Sterigmatocystis nigra* V. Tgh.) une matière colorante amorphe, qu'il dénommait *aspergil-*

(1) Cette proportion de Ca correspond à un milieu presque saturé de $SO^4Ca + 2H^2O$.

(2) *Comptes rendus*, t. **112**, 1891, p. 489.

line. Ce savant rapprochait cette aspergilline de l'hématine du sang des Vertébrés et, entre autres analogies, il relevait la présence du fer dans l'un et l'autre pigment. L'aspergilline, en brûlant, laisse, dit-il, « un résidu rouge d'oxyde de fer ».

Récemment, l'un de nous ([1]), en étudiant l'influence de divers éléments chimiques sur la sporulation, arrivait à cette conclusion qu'en l'absence de sulfate ferreux dans le milieu Raulin, non seulement l'*Aspergillus* se développe mal (ce que Raulin avait déjà observé), mais encore que le « mycélium formé ne sporule pas ». Le même auteur établissait que cette sporulation ne reconnaît pas pour cause l'action toxique de l'acide sulfocyanique, dont, depuis Raulin, on admet, d'ailleurs sans preuve suffisante, l'existence dans le liquide de culture de l'*Aspergillus* privé de fer. Il émettait enfin, sous une forme hypothétique, cette opinion que « la sporulation paraît s'accompagner d'une fixation d'oxygène, probablement par l'intermédiaire du fer ».

Peu après l'apparition de la Note de B. Sauton, M. Linossier faisait observer ([2]) que l'aspergilline étant, d'après ses recherches, un pigment ferrugineux, il n'était pas surprenant qu'en l'absence de fer la plante ne sporulât pas, puisqu'il manquait un élément essentiel à la formation du pigment de sa spore. Cette remarque, en somme, n'était pas fondée, puisque, en admettant même que le fer entrât dans la constitution du pigment, on aurait très bien pu, en l'absence de fer, obtenir des conidies apigmentées ou tout au moins des rudiments incolores des appareils conidiens.

L'un de nous, qui étudie depuis plusieurs années la physiologie de l'*Aspergillus niger* ([3]), avait été conduit à penser que les faits étaient susceptibles d'autres interprétations, et que la part attribuée au fer dans le mécanisme de la sporulation était au moins excessive. Un fait, entre autres, méritait d'attirer l'attention, c'est l'influence qu'exerce *le zinc* sur la reproduction conidienne, influence qui se traduit par la réduction de longueur des hyphes fructifères et par le retard dans l'apparition des conidies. Cette influence du zinc est d'autant plus marquée que la plante est plus mal nourrie; or, la suppression du fer ne diminuait-elle pas précisément la valeur nutritive du milieu à tel point que le zinc pût entraver totalement la sporulation? Si cela était, la vraie cause de la non-sporulation dans l'expérience de Sauton était moins l'absence de fer que la présence du zinc. C'est

---

([1]) B. Sauton, *Comptes rendus*, t. 151, 1911, p. 241.

([2]) *Comptes rendus*, t. 141, 1911, p. 1075.

([3]) M. Javillier, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1212; t. 146, 1908, p. 365; *Thèse de doctorat*, 1906; *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 225, 900 et 1337 (ces dernières Notes en commun avec G. Bertrand).

pour élucider cette question que nous avons, en commun, entrepris de nouvelles recherches.

L'expérience à réaliser était en principe simple : il suffisait de cultiver l'*Aspergillus* sur le milieu classique de Raulin en supprimant de ce milieu soit le sulfate ferreux seul, soit le sulfate de zinc seul, soit les deux à la fois, et d'observer comment se comporterait la plante au point de vue de la formation des conidies; c'est ce que nous avons d'abord fait. Or, en cultivant la moisissure dans des fioles d'Erlenmeyer, sur milieu préparé avec de l'eau pure, du sucre et des sels recristallisés, voici ce que nous avons observé :

En présence du sulfate de zinc (dose de zinc $\frac{1}{100000}$), et en l'absence du sulfate de fer, il n'apparaît pas de spores même après le quatrième jour.

En l'absence du sulfate de zinc et en présence du sulfate de fer (dose de fer $\frac{1}{100000}$), le voile, que forme dans ces circonstances le mycélium, se couvre de bonne heure, dès le deuxième jour, de conidies noires.

En l'absence des deux sulfates de zinc et de fer, le mycélium, plus grêle encore que dans les deux cas précédents, sporule au moins aussi vite qu'en présence du seul sulfate de fer.

Enfin, en présence des deux éléments, fer et zinc, l'*Aspergillus* végète normalement et sporule au quatrième jour.

Nous avons réalisé cette expérience dans des conditions diverses, en changeant la nature de l'aliment hydrocarboné par exemple, ou en variant les doses de zinc.

Tous ces essais, dont nous ne pouvons donner ici le détail, confirment cette observation de Sauton, *qu'en l'absence de fer, et en présence de la dose relativement massive de zinc correspondant au liquide normal de Raulin, l'*Aspergillus *ne sporule pas;* ils montrent en outre que *le zinc est bien, dans ces circonstances, la cause de la non-sporulation;* ils montrent enfin que *le fer, aliment très important pour la croissance de la Mucédinée, n'est pas l'élément fondamental, indispensable à la formation des conidies et à leur pigmentation.*

Pour qui sait à quelles doses infinitésimales agissent les éléments catalytiques, un doute peut cependant s'élever : il n'est guère d'élément qu'il soit aussi difficile d'éliminer rigoureusement que le fer. Une trace aurait-elle à notre insu subsisté dans les substances utilisées ou se serait-elle introduite dans le milieu par le verre des matras par exemple? Ce que nous pouvons dire, c'est que dans les mycéliums cultivés sur milieux non additionnés de fer, incinérés et analysés, nous n'avons pu mettre en évidence la présence du fer, alors que la réaction au sulfocyanate, telle que nous l'employons,

permet de retrouver *un millième de milligramme* de cet élément. Si l'on s'attachait à penser que le fer est vraiment indispensable à la formation de la spore, *il faudrait donc admettre que la dose utile était dans nos expériences inférieure à ce chiffre extrêmement petit* (1). De toute façon, nos expériences remettent entièrement en question le problème du mécanisme biochimique de la formation des conidies noires de l'*Aspergillus*.

Ce n'est pas tout. On sait, depuis Raulin, qu'en l'absence de fer, l'*Aspergillus* produit dans son milieu une substance qui donne avec le perchlorure de fer une coloration rouge; Raulin lui-même a supposé que la matière chromogène est de l'acide sulfocyanique, et il a montré que l'addition du fer au milieu empêche cette substance de se former. Or, nous avons observé que *la suppression simultanée du fer et du zinc entraîne l'absence dans le milieu de culture de cette même substance*. Elle ne se produit qu'en présence du zinc, celui-ci fût-il même à des doses extrêmement petites.

On voit que ce dernier élément modifie dans des conditions profondes la physiologie de l'*Aspergillus*. Cette notion, que des observations antérieures avaient déjà développée (2), recevra des faits que l'un de nous relatera prochainement une nouvelle confirmation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Atmolyse et atmolyseur.* Note de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Henneguy.

J'ai donné le nom d'*Atmolyse* (ἀτμός, vapeur) à l'action qu'exercent sur la substance organisée les vapeurs des liquides organiques neutres volatils, tels que chloroforme, benzine, éthers, alcools, etc., dont l'inhalation est susceptible de produire l'anesthésie générale (3).

Les recherches expérimentales, dont j'ai publié les résultats, principalement en 1883 et 1884 dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, m'ont conduit non seulement à donner une explication rationnelle expérimentale et très généralement adoptée aujourd'hui du mécanisme intime

(1) Les recherches analytiques ont été faites sur des récoltes pesant fraîches 1g,57 et 2g,74 et sèche 0g,285 et 0g,438.

(2). M. Javillier, *loc. cit.*

(3) Voir *Influence des vapeurs anesthésiques sur les tissus vivants* (*Comptes rendus*, 1886) et *Mécanisme de l'action des anesthésiques* (*Revue gén. des Sc. p. et app.*, t. II, 1891, p. 562-565).

d'action des anesthésiques généraux, mais encore à montrer les relations étroites, existant entre l'action du froid et celle des anesthésiques ([1]), préparant ainsi, par surcroît, l'heureuse application de l'éthérification au forçage des plantes ([2]).

Des principes que j'ai découverts sont nés encore d'autres applications qui, dans ces dernières années, ont pris, au point de vue de l'analyse immédiate des tissus organiques et de l'extraction de leurs principes actifs, une grande importance et donné lieu à de nombreuses publications où l'on présente comme des nouveautés ce que j'ai montré il y a un quart de siècle.

En outre, on a confondu à tort sous les noms d'*æthérolyse*, de *plasmolyse*, d'*autolyse*, etc., deux procédés absolument distincts, donnant des résultats très différents. L'*æthérolyse* est le procédé d'extraction des sucs *végétaux* par *immersion* dans l'éther liquide, imaginé par Legrip en 1876 : ce n'est pas l'*atmolyse* de R. Dubois.

L'expérience suivante montre bien la différence existant entre ces deux méthodes :

On partage deux mandarines en deux et l'on immerge deux des moitiés dans un vase renfermant de l'éther : les deux autres moitiés sont placées dans mon *atmolyseur*.

Ce dernier se compose d'un vase de verre cylindrique V, hermétiquement fermé par un couvercle C de verre muni d'un bourrelet de caoutchouc et solidement fixé par des chevalets de cuivre à vis au moyen d'un cadre arrondi de bois dur, CV. CV. CV.

Dans l'intérieur est un entonnoir en verre très évasé E, placé sur un flacon F, destiné à recevoir le liquide *atmolysé;* de chaque côté sont des récipients RR destinés à contenir des liquides générateurs de *vapeurs atmolysantes*, simples ou conjugués. Un manomètre, *m*, indique la tension des vapeurs et un thermomètre, *t*, la température. Les tissus à *atmolyser* sont suspendus dans l'entonnoir, de façon à éviter le tassement et l'obstruction de la douille.

Dans le flacon d'éther renfermant les moitiés de mandarine, il se forme une couche inférieure aqueuse, colorée, amère et fortement aromatisée par l'essence des cellules de l'épicarpe dissoute par l'éther : c'est le liquide *æthérolysé;* au contraire, le liquide *atmolysé* est clair, incolore, sucré et ne contient pas d'essence, celle-ci n'ayant pas été chassée des cellules par les vapeurs d'éther employées comparativement à l'éther liquide.

On pourrait multiplier ces exemples.

Les vapeurs atmolysantes chassent des tissus principalement l'eau ([3]), qui

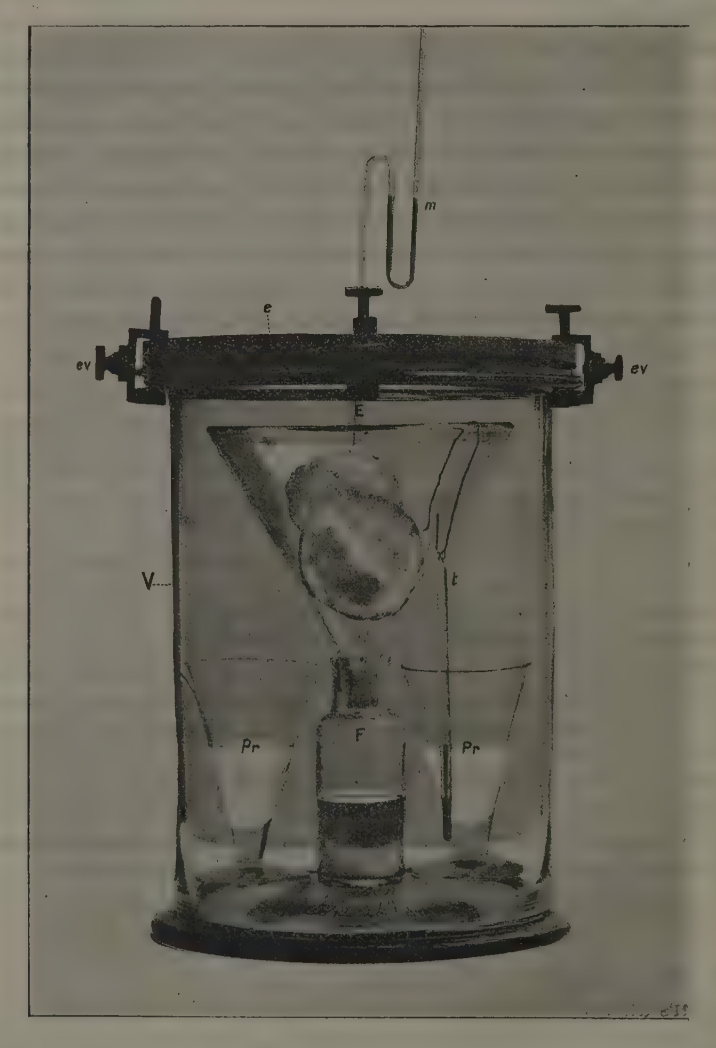
---

([1]) *Comptes rendus*, 26 mai 1912.

([2]) *Comptes rendus du Congrès de l'A. F. A. S.*, 1906.

([3]) Voir *Fonction d'hydratation* (*Dictionnaire de Physiologie*, de Richet); Paris, Alcan, 1909.

entraîne avec elle surtout des cristalloïdes et parfois même des colloïdes, par exemple, des zymases telles que la luciférase (Dubois), le ferment hépatique (Dastre).



Les déplacements d'eau et de principes immédiats primitivement séparés dans la même cellule ou dans des cellules différentes peuvent donner naissance à des produits qui ne préexistaient pas à l'état normal et peuvent exercer une action toxique. C'est ce que j'ai montré en 1883 (*loc. cit.*) pour

les graines de moutarde et les feuilles de laurier-cerise atmolysées. Les expériences de Guignard ([1]), de Mirande ([2]), d'Heckel (de Marseille) ([3]), les observations de Demaussy, de Pougnet, de Moslisch, cités par Guérin ([4]), ne sont que la confirmation de mes expériences anciennes et aussi de l'identité de l'action du gel et de celle des anesthésiques généraux que j'ai, le premier, fait connaître. J'ai montré, en outre, que les vapeurs atmolysantes des anesthésiques généraux se fixent de préférence et s'accumulent par élection dans les parties riches en lipoïdes (jaune de l'œuf, semences végétales) ([5]). Cette importante remarque est, en général, à tort, attribuée à M. Overton. L'atmolyse est un phénomène osmotique se produisant par des échanges entre des liquides aqueux et des vapeurs au travers d'un septum plus ou moins dense. Les vapeurs sont d'autant plus atmolysantes pour l'eau que la chaleur spécifique des liquides qui les fournissent est moins élevée, que leur poids atomique est plus considérable et que toutes les propriétés physiques qui varient dans le même sens sont plus accentuées.

Conclusions. — *L'atmolyse, que j'ai découverte, est le résultat de l'action osmotique exercée sur la substance organisée des tissus par les vapeurs de liquides anesthésiques. Elle ne doit pas être confondue avec l'œthérolyse, la plasmolyse, l'autolyse, etc. Elle constitue un procédé précieux d'analyse physiologique, physicochimique et aussi d'extraction de principes immédiats utilisables en thérapeutique.*

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de l'Extrême Sud de la Tunisie et de la Tripolitaine, spécialement des environs de Ghadamès.* Note ([6]) de M. **Léon Pervinquière**, présentée par M. H. Douvillé.

Au printemps dernier, j'ai eu l'honneur d'être attaché à la mission de délimitation de frontière entre la Tunisie et la Tripolitaine, ce qui m'a permis de pousser mes études jusqu'à Ghadamès. D'autre part, M. Hégly, ingénieur des Ponts et Chaussées, à Tunis, le capitaine Boué et M. Lemoigne

---

([1]) *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.

([2]) *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.

([3]) *Comptes rendus*, novembre 1909 et juillet 1910.

([4]) *Rev. Sc.* du 24 décembre 1910.

([5]) *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 19 mai 1883, p. 376.

([6]) Présentée dans la séance du 27 novembre 1911.

m'ont aimablement confié les fossiles ou roches recueillis par eux en Tripolitaine. Ce sont les résultats acquis de la sorte que je me propose d'exposer aujourd'hui.

La grande falaise crétacée, qui borde la Jeffara, est constituée par des marnes ou des grès, suivis de calcaires dolomitiques, alternant avec des marnes à fossiles cénomaniens. Elle est couronnée par une dalle de calcaire dolomitique roux, où je n'ai trouvé que quelques débris de Radiolites, mais son âge est fixé par sa position et par une Ammonite (*Mammites armatus* Perv.) que j'ai recueillie au Djebel Tbaga.

En Tripolitaine, la constitution de cette falaise a été décrite pour la première fois par Overweg. M. Hégly m'a remis quelques spécimens de Rudistes qu'on trouve en abondance sur le rocher qui forme le promontoire de l'ancien port de Leptis Magna, près de Homs. M. H. Douvillé, qui a eu l'obligeance de les examiner, y a reconnu une Caprinule très voisine des formes d'Alcantara, spécialement de *Caprinula Sharpei* Choffat, et un Radiolite rappelant *Præradiolites Ponsianus* d'Arch.; ce fossile a également des analogies avec *Radiolites Lefebvrei* Bayle. Bien que l'état des échantillons ne permette pas une détermination certaine, il n'est guère douteux qu'on se trouve en présence d'espèces du Turonien inférieur. Ces fossiles concordent bien avec ceux que Vinassa de Regny a rapportés de Msellata et qui ont été déterminés par Parona.

Cette crête turonienne, formant le bord du Dahar, supporte quelques témoins du Sénonien inférieur. Quand on s'avance dans le Sud (Chaab er Rtem) ou dans l'Ouest (Oued bel Khecheb, etc.), on rencontre les couches continues, recouvertes par des argiles verdâtres à *Alectryonia Nicaisei* Coq., qui correspondent au Campanien. Ces argiles sont surmontées par un ensemble de marnes à concrétions siliceuses et géodes de calcite, de calcaires, de calcaires dolomitiques à silex noirs, de grès à bois silicifiés ou de quartzites, formant le bord d'un immense plateau, entamé par de larges vallées sèches et se prolongeant jusqu'au delà de Ghadamès, où il prend le nom de Hammadat el Hamra. La faune de ces calcaires (Orbitoïdes, *Exogyra Matheroni* d'Orb., *Inoceramus regularis* d'Orb., *Pterodonta Mestei* Th. et P., *Voluta Baylei* Coq., etc.) permet de les attribuer au Maestrichtien.

Dans les environs de Ghadamès, j'ai recueilli en plusieurs points une faune maestrichtienne indiscutable. Ces couches sont donc un peu plus récentes que ne le pensait Vatonne.

Sur le bord méridional de la Sebkhat de Mzezzem, j'ai ramassé un bel exemplaire de *Libycoceras Ismaeli* Zittel et un Baculite fort usé, dont la section indique *Baculites*

anceps Lamk.; le sol est jonché d'innombrables *Inoceramus regularis* d'Orb., transformés en silex noirâtres. La plaine qui s'étend de Mzezzem à Ghadamès est parsemée de *gour* ayant en moyenne 40ᵐ à 60ᵐ de hauteur relative. Ces collines sont formées par des alternances de marnes magnésiennes, de gypse, de calcaires magnésiens et de dolomies jaunes ou rougeâtres, de quartzites, où les fossiles sont rares et généralement mal conservés. J'ai pu cependant rassembler des éléments caractéristiques. Au pied du Ras Ghadamsi, j'ai trouvé *Cytherea ovalis* Goldf. et, un peu plus haut, *Tapes fragilis* d'Orb. Les berges d'un petit oued, au sud de Tounine et de Sidi Maabed, m'ont livré une faune plus riche : *Hemiaster* cf. *H. Brahim* P. et G., *Arca Schwabenaui* Zitt., *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Aporrhais Fourneli* Coq., *Strombus parvulus* Krumb. A la Garet el Hamel, qui porte la 233ᵉ et dernière borne frontière (12ᵏᵐ Sud de Ghadamès), j'ai recueilli en outre : *Cucullœa Schweinfurthi* Quaas.

Cette *garat* est couronnée par une dalle de calcaire dolomitique à fossiles siliceux dont on observe également des débris à la Garat Temblili. J'en ai extrait une faune intéressante, comprenant bon nombre de types nouveaux (qui seront décrits prochainement), associés à des fossiles déjà connus : *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Astarte trigonoides* Stol., *Cardium* cf. *C. pullatum* Stol., *Cytherea analoga* Forbes, *Eriphyla lenticularis* Goldf., *Turritella Forgemoli* Coq., *Pseudoliva ambigua* Binkh.

On reconnaît là des fossiles caractéristiques du Maestrichtien de Maestricht, d'Aix-la-Chapelle, d'Algérie, d'Égypte, de l'Inde. La faune a les plus grandes analogies avec celle des couches à *Exogyra Overwegi* de Buch, et il y a lieu de mettre les deux en parallèle, bien que l'abondance de *Cardita Beaumonti* et les affinités tertiaires de plusieurs Mollusques nouveaux inciteraient à en faire du Danien. La Hammadat el Hamra paraît donc entièrement formée par les niveaux les plus élevés du Crétacé. La mer maestrichtienne et peut-être la mer danienne se sont étendues de l'Inde, de la Perse et de l'Égypte sur le Sud de la Tripolitaine, de la Tunisie et de l'Algérie, ainsi que sur la majeure partie du Sahara. Ensuite eut lieu pour le Sahara une émersion définitive, de même que pour le Dahar tunisien et tripolitain. Actuellement, rien ne permet d'affirmer l'existence de l'Éocène en Tripolitaine.

La mer tertiaire a empiété seulement sur les côtes méditerranéennes. M. Lemoigne m'a remis deux grands Clypéastres, recueillis par lui à Ben Ghazi (Cyrénaïque), avec quelques moules de *Cardita*, *Venus*, des fragments de côtes d'*Halitherium* et de dents de Squales. Ces Clypéastres sont identiques à *Clypeaster acclivis* Pomel du Langhien ou Burdigalien d'Algérie. C'est la première fois, je pense, que ce terrain est signalé en Tripolitaine.

A 7ᵏᵐ ou 8ᵏᵐ N-N-O de Homs, M. Hégly a recueilli des blocs d'un calcaire gréseux, jaunâtre, contenant des *Pecten* qui rappellent à la fois *P. scabrellus* Lamk. et *P. opercularis* L. Vinassa de Regny a d'ailleurs

signalé dans la même région, près de Nagasa, des calcaires à *Lithothamnium* et à *Pecten opercularis* qu'il attribue au Pliocène et qu'il distingue des cordons littoraux quaternaires. Je suis donc porté à rattacher au Pliocène les calcaires observés par M. Hégly, d'autant que la carte dressée sous sa direction indique 147^m comme altitude de la colline où ils ont été constatés.

GÉOLOGIE. — *Sur la fenêtre de Méounes et de Garéoult* (*Var*). Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. H. Douvillé.

Parmi les nombreuses énigmes que pose au géologue la tectonique de la Basse-Provence, l'une des plus déconcertantes est certainement l'interprétation de la bande triasique sinueuse, de largeur très variable, qui s'étend de Signes (feuille de Marseille) à Garéoult (feuille de Draguignan), en passant par Méounes et en coupant l'angle nord-ouest de la feuille de Toulon de la Carte géologique détaillée. Elle forme une dépression dominée par les montagnes jurassiques de la Roquebrussane, de Garéoult, de Néoules et de Belgentier et paraît, à première vue, appartenir à leur substratum normal; mais l'existence de *failles courbes*, que la Carte géologique figure sur presque tout son pourtour, ne permet pas de s'arrêter à cette solution. Aussi Marcel Bertrand était-il porté à envisager la bande triasique de Méounes comme un lambeau de recouvrement enfoui dans des synclinaux du Jurassique. Il avait constaté, en divers points, une inclinaison des terrains du pourtour vers le Trias, qui semblait venir à l'appui de cette manière de voir.

J'ai pu vérifier qu'en effet les terrains encaissants plongent en divers points (SW et SE de Méounes, SW de la Roquebrussane, NW de Garéoult) *vers* le Trias, mais j'ai constaté, d'autre part, qu'en réalité ils ne s'enfoncent nulle part *sous* le Trias. C'est au contraire le Trias qui souvent s'enfonce nettement sous le Jurassique, et cela aussi bien sur le bord septentrional que sur le bord méridional de la bande, de sorte qu'il est impossible d'envisager celle-ci comme une lame intercalée dans une série imbriquée.

Le Trias n'est qu'exceptionnellement en contact normal avec le Jurassique. Au lieu de l'Infralias, il supporte directement soit le Lias moyen, comme à Garéoult, soit le Bathonien, comme à Néoules et à Rocbaron, soit, plus souvent encore, le Jurassique supérieur (dolomies et calcaires

blancs). On pourrait songer à un simple étirement, affectant un ou plusieurs termes d'une série normale, si le Trias n'était parfois lui-même renversé, comme par exemple à la Roquebrussane, où les argiles du Trias supérieur sont séparées du Lias par des lambeaux de calcaires du Trias moyen. D'ailleurs le Trias se présente aux environs de Méounes en couches fortement redressées, quelquefois verticales, tandis que le Jurassique forme de grands plateaux, où les couches sont en général presque horizontales. Il semble dès lors qu'on est en droit de conclure que le Trias et le Jurassique de la région qui nous occupe appartiennent à deux nappes distinctes, dont les allures tectoniques sont bien différentes et dont les terrains constituants sont presque toujours discordants.

Cette interprétation se trouve confirmée par l'étude du substratum du Trias, visible en quelques points. Ici mes observations confirment en grande partie celles de Marcel Bertrand. Si les lambeaux d'Urgonien visibles entre Signes et Chibron ne peuvent, en aucune façon, être envisagés comme des affleurements d'une nappe inférieure apparaissant en fenêtre sous les dolomies jurassiques, il est incontestable qu'à l'est de Signes l'Urgonien et le Sénonien forment deux voûtes qui font saillie au milieu de déchirures de la nappe triasique, comme l'avait reconnu Marcel Bertrand pour l'une d'elles (1). De même, à la Roquebrussane, M. Zürcher a, depuis longtemps, décrit des lambeaux triasiques intercalés entre le Danien et les dolomies jurassiques.

Il existe donc, dans la région qui fait l'objet de cette Note, trois nappes superposées, complètement indépendantes l'une de l'autre, quoique probablement issues d'un même grand pli couché :

1° Une nappe inférieure, constituée par une série crétacée en repos normal;

2° Une nappe moyenne, formée de Trias fortement redressé et quelquefois renversé;

3° Une nappe supérieure, correspondant à une série jurassique tranquille, mais fortement étirée à la base.

---

(1) A 1^{km} environ à l'ouest de Méounes, j'ai eu la surprise de découvrir, au centre d'une voûte de calcaires triasiques, un affleurement de basalte. Le pointement d'une roche éruptive le plus rapproché se trouve à Rougiers, à environ 16^{km} de distance de Méounes. Ici, le basalte est en contact avec des argiles rouges, alternant avec des bancs d'argilolithes de même couleur et de dolomies. Je rapporte au Permien cet ensemble, dont l'analogue n'avait pas encore été signalé dans le nord du Var.

La bande triasique de Méounes doit être envisagée comme une fenêtre que l'érosion a découpée dans la nappe supérieure et qui laisse apparaître les deux nappes inférieures.

GÉOLOGIE. — *Comparaison entre les minerais de fer huroniens des États-Unis et les minerais de fer oolithique de France.* Note de M. L. **Cayeux**, présentée par le Prince Roland Bonaparte.

Entre les minerais de fer huroniens des États-Unis et les minerais oolithiques de notre pays, il existe maintes analogies de structure et de composition.

Rappelons d'abord que les *iron-bearing rocks* du Précambrien des États-Unis renfermaient à l'origine de nombreux restes organiques appartenant au groupe des *Crinoïdes* (1). C'est ce même groupe qui prend une part souvent prépondérante à la constitution des minerais de fer secondaires de France et qui abonde parfois dans les minerais paléozoïques.

En outre, quelques *iron-bearing rocks* sont oolithiques, et l'étude que j'ai faite de la formation ferrugineuse tout entière me porte à croire que les oolithes étaient beaucoup plus fréquentes à l'origine que de nos jours. C'est là une deuxième ressemblance fort importante avec les minerais de fer sédimentaires de notre pays. Il est vrai qu'au dire de plusieurs auteurs américains, C.-R. Van Hise, C.-K. Leith, J.-E. Spurr, etc., les oolithes des *iron-bearing rocks* sont des concrétions développées secondairement dans le dépôt, et bien différentes, en conséquence, de celles de nos minerais. Diverses raisons m'empêchent de souscrire à cette opinion. Notons d'abord le fait que la structure oolithique est invariablement originelle en France depuis l'Infracrétacé, jusqu'au Silurien compris. Qu'il n'en soit pas de même dans toute la série des minerais oolithiques sédimentaires, et en particulier, dans les *iron-bearing rocks* d'Amérique, cela est pour le moins invraisemblable *a priori*. Au surplus, j'ai observé dans les roches du district de Mesabi (Minnesota) des oolithes fragmentaires, des débris oolithiques remaniés, voire même des vestiges incorporés dans de nouvelles oolithes, en qualité de noyaux. Par là, il devient évident qu'on se trouve en présence de véritables oolithes, déposées sur le fond de la mer huronienne,

(1) L. Cayeux, *Existence de restes organiques dans les roches ferrugineuses associées aux minerais de fer huroniens des États-Unis* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 910-912).

et non de concrétions développées au cours des métamorphoses successives du dépôt.

De mes recherches je crois pouvoir conclure qu'il existait, dans la région des grands lacs américains, au moins trois types de minerais huroniens, avant que leur structure première ne fût en grande partie effacée par des actions météoriques de longue durée : 1° des *minerais oolithiques ;* 2° des *minerais oolithiques et encrinitiques ;* 3° des *minerais exclusivement encrinitiques*. Ces trois catégories de roches se retrouvent dans la série sédimentaire primaire et secondaire de France.

La parenté des dépôts mis en parallèle serait on ne peut plus étroite, s'il était démontré que l'enchaînement des métamorphoses qu'ils ont subies, les uns et les autres, est identique dans ses grandes lignes. Nos connaissances sur ce point se réduisent à un nombre restreint de données.

On sait notamment que certaines *iron-bearing rocks* renferment de la sidérose, généralement en voie d'hématisation. On sait encore que ces roches contiennent souvent un minéral vert, la *greenalite* des géologues américains, qui semble y jouer le rôle de la *bavalite*, de la *berthiérine* et de la *chamosite* dans les minerais de France. Cette greenalite est une source d'oxyde de fer, au même titre que ces différentes chlorites, mais il n'est nullement démontré qu'elle dérive de la sidérose, comme la bavalite de nos minerais paléozoïques. Enfin, la présence de vestiges d'Encrines minéralisés, sinon celle des oolithes, et l'existence de quelques éléments calcaires nous entraînent à faire une place au carbonate de chaux dans la composition de la roche mère des *iron-bearing rocks* actuelles.

Les raisons ne manquent donc point pour rapprocher les minerais huroniens d'Amérique des minerais oolithiques de France. En dépit des dissemblances souvent profondes qui les séparent, les analogies l'emportent de beaucoup. Et ces analogies, à mon avis, plaident en faveur d'une origine commune. Quant aux différences, si profondes qu'elles soient, elles sont avant tout l'œuvre du temps et d'actions secondaires. Sous l'influence exclusive des agents météoriques, les *iron-bearing rocks* d'Amérique ont subi une silicification intense, et le fer, d'origine sédimentaire, s'est concentré, en puissants amas, au lieu de rester disséminés dans toute la masse des roches ferrugineuses comme en France.

En un mot, les dépôts ferrugineux du Précambrien d'Amérique représentent à mes yeux le terme le plus ancien d'une importante famille de roches, partout et toujours pareille à elle-même dès le principe, et développée à des niveaux très différents dans la série sédimentaire, depuis le Huronien jusqu'à l'époque crétacée.

En présence de tout ce qu'on sait aujourd'hui sur la période huronienne, c'est-à-dire sur la formation sédimentaire la plus ancienne, il est légitime de conclure qu'elle ne se distingue par aucun caractère essentiel de celle qui la suit immédiatement. Le monde organique est déjà très riche et différencié, la succession des sédiments extrêmement variée et les transformations complexes, dont ils ont été le siège, conformes en tous points à celles qui affectent les dépôts plus récents.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur une Carte bathy-lithologique de la côte du golfe du Lion entre les Saintes-Maries et Palavas et du cap de Creus à Canet.* Note (¹) de **M. J. Thoulet**.

J'ai pu achever cette année, en suite des trois déjà terminées, deux nouvelles feuilles de la Carte bathy-lithologique du golfe du Lion, celle de Palavas aux Saintes-Maries (feuille 5150 de la Marine) et celle du cap de Creus à Canet (feuille 1218).

Les méthodes de récolte et d'analyse des échantillons ont été déjà décrites. La récolte a été faite à bord des vapeurs *Vanneau* de Port-de-Bouc, appartenant au service des pêches, et *Roland* très obligeamment mis à ma disposition par le laboratoire Arago de Banyuls. Les analyses mécanique, chimique et microminéralogique ont été effectuées à Nancy.

La première feuille comprend l'embouchure du Petit-Rhône et tout le golfe d'Aigues-Mortes; elle contient 124 sondages et sa densité est de 0,77. Les isobathes suivent assez régulièrement les contours de la terre tout en se resserrant, surtout de Faraman à l'embouchure du Rhône, sur le talus de déjection sous-marine du fleuve dont la pente s'adoucit en aval du courant côtier.

Au point de vue lithologique, on observe, sur le sol sous-marin, une prédominance de vases qui, devant les Saintes-Maries, apparaissent à l'embouchure du Petit-Rhône à moins de 1 mille de terre, puis, vers l'Ouest, s'éloignent de la côte jusqu'à près de 4 milles de distance et s'en rapprochent ensuite de nouveau à 1 mille devant l'Espiguette. Elles occupent tout le milieu du golfe d'Aigues-Mortes, tandis que les sables, les sables vaseux, vases très sableuses et vases sableuses, au large de Palavas, projettent une énorme pointe dans la direction du Nord-Est. Entre

(¹) Reçue dans la séance du 20 novembre 1911.

Palavas et le Grau-du-Roi, s'étend une bande de roches qui sont en réalité des mattes dont j'ai déjà expliqué la genèse et dont les débris jonchent la plage de Palavas.

Les coquilles les plus communes sont des turritelles qui se trouvent dans la vase sableuse et à l'extrême bord de la vase proprement dite. Sur la pointe de Palavas, les coquilles abondent, mais elles ne se rencontrent pas dans la vase et ne sont jamais mélangées à du gravier. On ne voit d'herbiers que devant l'Espiguette sur une très petite étendue.

La feuille 1218 avec 120 sondages et une densité de 0,88 est particulièrement intéressante. Les isobathes, parallèles à la côte jusque vers Collioures, s'en rapprochent entre cette dernière ville et le cap de Creus. En même temps, les divers sédiments, d'abord régulièrement disposés parallèlement à la côte, deviennent assez irréguliers dès qu'ils bordent les régions montagneuses. Au centre, en forme de bassin et constituant un amas dirigé du Nord au Sud, sur 7 milles de long et 3 milles de large, la vase est entourée de dépôts de plus en plus sableux. Ailleurs que sur cette vase correspondant à un vaste remous du courant, le sol est partout recouvert de coquilles entières et brisées, de gravier et de pierres, en général au voisinage de la terre. Vers l'Est, les formations sableuses sont l'amorce de la Planasse, banc allongé qui s'étend jusque par delà Marseille et qui, à en juger par les rechs découverts par M. Pruvot, serait peut-être la côte du continent effondré sous la mer à l'époque tertiaire. Les environs du cap de Creus montrent d'une manière frappante les effets du courant méditerranéen qui coule avec toute sa force contre le pied des Pyrénées avant de les contourner et de continuer sa route vers le détroit de Gibraltar.

La répartition du calcaire affecte la disposition en gerbe caractéristique de la sédimentation des apports fluviaux saisis par un courant côtier. Alors que la teneur en carbonate de chaux de tous les échantillons des feuilles d'Aigues-Mortes, de Cette et d'Agde est uniformément de 30 pour 100 environ, à partir de la Clappe apparaissent contre le rivage des sédiments à 25 pour 100 et, plus en aval encore, des sédiments à moins de 5 pour 100. Il en résulte que, devant Argelès, on trouve, du rivage vers le large, une succession régulière de sols avec une teneur en calcaire croissant de moins de 5 pour 100 à 25 pour 100.

MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du 16 novembre*. Note de M. E. **Rothé**, présentée par M. E. Bouty.

Le tremblement de terre du 16 novembre dernier a été ressenti à Nancy d'une façon intense. D'après la plupart des observateurs de la région, la secousse a été accompagnée d'un grondement que plusieurs attribuèrent d'abord à une bourrasque.

Me trouvant à mon laboratoire au moment du phénomène, j'en ai moi-même été témoin ; en sortant dans la cour, j'ai pu m'assurer que l'atmosphère était calme.

Un baromètre de gravité (grand modèle Richard), installé depuis quelques semaines dans mon laboratoire, a enregistré nettement la secousse. On sait que cet instrument indique les secousses sismiques par comparaison avec un baromètre ordinaire à ressort. Cet instrument est installé sur un pilier faisant corps avec la voûte indépendante du plancher : l'amplification en usage le 16 novembre correspondait à la plus petite des sensibilités (5^{mm} pour 1^{mm} de mercure) ; le déplacement de la feuille de l'enregistreur était d'environ 6^{mm} par heure.

Dans ces conditions, l'aiguille a marqué entre $9^h 25^m$ et $9^h 30^m$ un trait de 13^{mm} de longueur. Dans sa Note du 20 novembre dernier, M. Angot indique qu'un baromètre de modèle identique, installé au Bureau central, a marqué un trait vertical de 2^{mm}, environ 7 fois moins long. La comparaison des deux indications permet donc de se rendre compte de la diminution de la secousse entre Nancy et Paris.

C'est à ce titre que cette observation me paraît présenter quelque intérêt.

Il faut remonter à 1855 pour retrouver à Nancy un tremblement de terre aussi important.

La secousse a été suffisamment forte pour qu'à Nancy même et aux environs, les suspensions, les lampes électriques aient oscillé et que dans plusieurs localités des objets divers aient été renversés.

M. **Guépin** adresse une Note intitulée : *Bactériologie clinique des prostatites aiguës et subaiguës*.

(Renvoi à l'examen de M. Guyon.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 NOVEMBRE 1911. (Suite.)

Instituto geológico de México. Boletin nº 28 : *Las aguas subterráneas en el borde meridional de la Cuenta de México*, por el Ing. JUAN-D. VILLARELLO. Informe sobre las aguas del Rio de la Magdalena presentado al Ministerio de Fomento por el Profesor JUAN-S. AGRAZ. México, imp. y fototip. de la Secretaría de Fomento; 1 fasc. in-4°.

La molécule cyclique, une nouvelle hypothèse sur le benzène, par ANIBAL CHACÓN. Montevideo, Juan-J. Dornaleche, 1911; 1 fasc. in-12.

Les maladies aiguës et chroniques, leur traitement, par CONSTANTIN-D. KYRIAKOPOULOS. Athènes, A. Petrakoy, 1911; 1 fasc. in-8°. [En langue grecque.]

Bulletin du jardin botanique de Buitenzorg; 2e série, nº 1. Buitenzorg, Imprimerie du Département, 1911; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the American philosophical Society, held at Philadelphia for promoting useful knowledge; t. L, july-august, 1911. Philadelphie, 1911; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American philosophical Society; new series, t. XXII, part I. Philadelphie, 1911; 1 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 NOVEMBRE 1911.

Gesammelte Werke, WALTHER RITZ; Œuvres publiées par la Société suisse de Physique. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Commission internationale de l'Enseignement mathématique. Sous-Commission française. RAPPORTS : Vol. I : *Enseignement primaire*, par M. CH. BIOCHE. — Vol. II : *Enseignement secondaire*, par M. CH. BIOCHE. — Vol. III : *Enseignement supérieur*, par M. ALBERT DE SAINT-GERMAIN. — Vol. IV : *Enseignement technique*, par M. P. ROLLET. — Vol. V : *Enseignement des jeunes filles*, par Mlle AMIEUX. Paris, Hachette et Cie, 1911; 5 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Résultats des observations météorologiques faites à l'Observatoire central de l'Indo-Chine. — Climat du delta du Tonkin, par G. Le Cadet, Directeur. Phu-Lien, Observatoire central, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. J. Violle.)

Mission Gruvel *sur la Côte occidentale d'Afrique*, 1909-1910 : *Résultats scientifiques et économiques*. (Extr. des *Annales de l'Institut océanographique;* t. III, fasc. 4.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Albert Colson. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Notice complémentaire sur les travaux scientifiques de M. Albert Colson. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°.

Sur la particule dissoute, par M. Albert Colson. (Extr. du *Journal de Physique*, livraison de septembre 1911.) Tours, Deslis frères et Cie, 1911; 1 fasc. in-8°.

Paris maritime, par L. Mirinny. Paris, Ph. Marquet, 1911; 1 fasc. in-12.

Erupción volcánica del Chinyero (Tenerife) en noviembre de 1911, por Lucas Fernandez Navarro. (*Anales de la Junta para ampliación de estudios e investigaciones cientificas*, t. V. Mem. 1.) Madrid, 1911; 1 fasc. in-8°.

Soil erosion, by W.-J. Mc Gee. (U. S. Department of Agriculture. Bureau of Soils. *Bull.* n° 71.) Washington, 1911; 1 fasc. in-8°.

House flies, by L.-O. Howard. (U. S. Department of Agriculture. *Farmers' Bulletin* 459.) Washington, 1911; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum; t. XXXVIII. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 novembre 1911.

Service géographique de l'Armée. Publications de l'année 1911 :

France au 50000e en couleurs : *Delle. — Mirecourt. — Bruyères. — Belfort. — Remiremont. — Rambervillers. — Ballon d'Alsace.*

France au 200000e : *Châlons. — Mézières. — Paris. — Amiens.*

Algérie au 50000e : nos 118 et 329.

Environs de Biskra, au 100000e, en couleurs.

Tunisie au 50000e : nos 25 et 32.

Tunisie au 100000e : n° 60.

Environs de Gabès, au 50000e, en couleurs.

Maroc au 500000e : *Oued-Noun. — Marrakech.*

20 feuilles in-plano.

Science et Philosophie, par Jules Tannery; avec une Notice, par Émile Borel. Paris, Félix Alcan, 1912; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Darboux.)

Emanuel Swedenborg. *Opera quædam aut inedita aut obsoleta* « de Rebus naturalibus », nunc edita sub auspiciis Regiæ Academiæ Scientiarum Suecicæ. III. *Miscellanea de Rebus naturalibus.* Stockholm, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)